



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Madli Tramm

**AEDMAASIKA (*FRAGARIA X ANANASSA* DUCH.)
TAASVILJUVATE SORTIDE TALVITUMINE EESTIS
AVAMAAL KASVATUSKOTTIDES JA TALVITUMISE
MÕJU SAAGIKUSELE**

**THE EFFECT OF OPEN-FIELD OVERWINTERING ON
STRAWBERRY (*FRAGARIA X ANANASSA* DUCH.)
EVERBEARING CULTIVARS IN SUBSTRATE BAGS ON
PLANT SURVIVAL AND YIELD IN ESTONIA**

Magistritöö

Aianduse õppekava

Juhendaja: dotsent Ulvi Moor, *Ph.D*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Madli Tramm		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Aedmaasika (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) taasviljuvate sortide talvitumine Eestis avamaal kasvatuskottides ja talvitumise mõju saagikusele.			
Lehekülgi: 58	Joonised: 14	Tabelid: 2	Lisad: 1
Osakond: Aiandus Uurimisvaldkond: 1.6. põllumajandusteadus; taimekasvatus; aiandus Juhendaja: Ulvi Moor, <i>Ph.D</i> Kaitsmiskoht ja –aasta: Tartu, 2019			
<p>Käesoleva magistritöö aluseks olev katse oli 2017. aasta kevadel alustatud taasviljuvate maasikate sordivõrdluskatse jätkuks (talvitumise andmed ja teise aasta saagiandmed).</p> <p>Eesmärkideks oli teha kindlaks, kas kiletunnelites substraadikottides kasvatatud taasviljuvate maasikasortide seas on neid, kes suudavad Eestis avamaal talvekatte all ellu jääda; selgitada välja katteloori ja talvekatte mõju taasviljuvate maasikataimede talvitumisele ja saagikusele ning selgitada välja bioaktiivsete ainete sisaldus taasviljuvate sortide viljades.</p> <p>Katse jaoks koguti andmeid 2017. aasta novembrist kuni 2018. aasta augustini Lõuna-Eestis kütteta kiletunnelis turbasubstraadis kasvatuskottides kasvanud taimedelt. Teisel aastal oli katses kaks taasviljuvat sorti ('Diamante', 'Harmony'), üks aretis FF1604 ja kontrollvariandiks ühekordselt viljuv sort 'Polka'. Taimede talvitumise uurimiseks kaeti taimed kahekordse katteloori (PP, Novagryl, 19 g m⁻²) või kahekordse talvekattega (HDPE, 17 g m⁻², Geo Polska).</p> <p>Kolme palli süsteemis varieerusid külmakahjustused erinevatel sortidel vahemikus 1,6...2,3. Katse keskmisena said kõik taasviljuvad sordid rohkem külmakahjustusi kui 'Polka'. Sortide keskmisena varieerus saagikus vahemikus 149...353 g/taime kohta, olles väikseim taasviljuval aretisel FF1604. Turustatava saagi keskmine vilja mass varieerus katse keskmisena erinevatel sortidel vahemikus 10,8...14,6 g, olles suurim taasviljuval sordil 'Diamante'. Kõige kõrgema askorbiinhappe sisaldusega olid taasviljuva aretise FF1604 viljad</p>			

(86 mg/100g) ja kõige madalamaga 'Polka' viljad (46 mg/100g). Kõige kõrgema polüfenoolide üldsisaldusega olid FF1604 viljad (337 mg/100g) ja kõige madalamaga 'Polka' (268 mg/100g) viljad. Antotsüaanide sisaldus oli kõige kõrgem 'Polka' viljades (46 mg/100g) ja kõige madalam 'Harmony' viljades (31 mg/100g).

Taasviljuvad sordid andsid pärast talvitumist väga vähe saaki (149...198 g/taim) ja sõltumata kattematerjalist said kõikide sortide taimed keskmisi külmakahjustusi. Seetõttu ei saa taasviljuvate sortide kasvatamist mitmeaastase kultuurina turbasubstraadis Eesti kliimatingimustesse soovitada. Talvitumiskatses selgus, et 'Polka' sobib külmakindluse ja saagikuse (353 g/taim) poolest kasvatamiseks kiletunnelis turbasubstraadis ka mitmeaastase kultuurina.

Märksõnad: *Fragaria* x *ananassa*, taasviljuv, kiletunnel, saagikus, askorbiinhappe sisaldus

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Madli Tramm		Specialty: Horticulture	
Title: The effect of open-field overwintering on strawberry (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) everbearing cultivars in substrate bags on plant survival and yield in Estonia.			
Pages: 58	Figures: 14	Tables: 2	Appendixes: 1
Department: Horticulture Field of research: 1.6 agriculture; plant production; horticulture Supervisor: Ulvi Moor, <i>Ph.D</i> Place and date: Tartu, 2019			
This master thesis was based on second year cultivar comparison experiment with everbearing strawberries. The aims of this study were following: 1) to find out winter hardiness of everbearing strawberry cultivars planted in substrate bags; 2) to find out the effect of row covers on the winter-hardiness and yield in Estonian conditions; 3) to find out content of bioactive compounds in fruits of everbearing strawberries. The experimental material was collected from november 2017 to august 2018 from plants grown in peat substrate bags in the unheated polytunnel in South-Estonia. In second year of trial there were two everbearers ('Diamante', 'Harmony'), one breeding line FF1604 and June- bearing cultivar 'Polka' for control treatment. All plants were covered with double fleece row cover (PP, Novagryl, 19 g m ⁻²) or double anti-frost net (HDPE, 17 g m ⁻² , Geo Polska). In 3-point score, the freeze injuries of all cultivars ranged from 1.6 to 2.3. All everbearing cultivars had more freeze injuries than 'Polka'. The yield of all cultivars ranged from 149 to 353 g/plant. The June-bearing 'Polka' yield (353 g/plant) was significantly higher than that of the everbearing cultivars. FF1604 gave the lowest yield (149 g/plant). The average fruit weight ranged from 10.8 to 14.6 g depending on cultivar. Everbearing 'Diamante' had statistically larger fruits than others (14.6 g). The content of ascorbic acid was the highest in the new everbearing line FF1604 fruits (86 mg/100g) and the lowest in fruits of 'Polka' (46			

mg/100g). The content of total polyphenol was the highest in everbearing line FF1604 fruits (337 mg/100g) and the lowest in 'Polka' fruits (268 mg/100g). The content of anthocyanins was the highest in 'Polka' fruits (46 mg/100g) and the lowest in 'Harmony' fruits (31 mg/100g).

Conclusively, the yield of everbearing strawberries after overwintering was very low, ranging only from 149...198 g/plant and the plants of all cultivars had medium freeze injury irrespectively of the row cover. Therefore cultivation of everbearing strawberries as a multi-annual crop in peat substrate bags can not be recommended in Estonian climate. The overwintering experiment revealed that June-bearing 'Polka' is suitable for polytunnel growing in peat substrate bags as multi-annual crop for its cold resistance and yield.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, everbearing, polytunnel, yield, ascorbic acid

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1. AEDMAASIKATE FÜSIOLOOGIA JA EUROOPAS ENAMLEVINUD	
SORDID.....	9
2. TAASVILJUVATE AEDMAASIKATE KASVATUSTEHNOLOOGIAD	12
2.1. Madalad tunnelid	13
2.2. Kõrged tunnelid	15
2.3. Maasikate kasvatamine kasvuhoones substraadis.....	17
3. TAASVILJUVATE MAASIKATE SAAGIKUST MÕJUTAVAD TEGURID ..	19
4. KATSEMATERJAL- JA METOODIKA	23
4.1. Taasviljuvate maasikate talvitumiskatse.....	23
4.2. Katses olnud sordid.....	25
4.3. Taimede talvitumistingimused avamaal ja kasvutingimused tunnelites	27
4.4. Saagiarvestus ja analüüsid viljadest.....	28
5. KATSE TULEMUSED JA ARUTELU	31
5.1. Taimede külmakahjustused pärast talvekatete eemaldamist	31
5.2. Turustatav saak	34
5.3. Keskmise vilja mass	37
5.4. Antotsüaanid	39
5.5. Polüfenoolide üldsisaldus	40
5.6. Askorbiinhape	42
KOKKUVÕTE	44
KASUTATUD KIRJANDUS.....	46
SUMMARY	55
LISAD.....	57
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	58

SISSEJUHATUS

Aedmaasikas on üheks kõige enam tarbitavaks marjakultuuriks maailmas. 2017. aastal oli aedmaasika kasvupindalaks Euroopas 161 920 hektarit, millest Põhja-Euroopas olev maasikakasvatus moodustas ligikaudu 10% (FAO 2017). Kogu Euroopas on suurimateks aedmaasika tootjateks Hispaania ja Poola. Eesti Statistikaameti andmetel kasvatati 2017. aastal Eestis maasikaid kokku 654 hektaril (Eesti Statistikaamet 2017).

Aedmaasika sordid jaotatakse valgusperioodi pikkuse vajaduse järgi kolme rühma: lühipäevataimed ehk ühekordselt viljuvad, pikapäevataimed ehk taasviljuvad ja päevaneutraalsed, mis õitsevad sõltumata päevapikkusest (Massetani, Neri 2016). Eestis kasvatatakse avamaatingimustes peamiselt järgmisi ühekordselt viljuvaid sorte: 'Sonata', 'Polka', 'Rumba', 'Elianny', 'Asia' ja 'Sonsation' (Moor *et al.* 2019). Maasikaistandike eluiga on tavaliselt 3-4 aastat. Eestis on avamaatingimustes maasikate kasvatamisel saagiperiood väga lühike, kestes tavaliselt juuni keskpaigast kuni augusti keskpaigani. Probleemiks on maasikasaagi kulmineerumine jaanipäeva paiku või juuli algusesse, mis põhjustab turustamisel hindade languse. Selletõttu on maasikakasvatajad hakanud katsetama erinevaid kasvatustehnoloogiaid saagiperioodi pikendamiseks.

Viimastel aastatel on viljade varasema valmimise soodustamiseks hakatud kasutama kõrgeid kiletunneleid, kuna saagiperiood algab tunnelites ligikaudu kaks nädalat varem kui avamaatingimustes (Moor *et al.* 2019). Samas lõpeb saagiperiood kiletunnelites samuti varem kui avamaal, seega ühekordselt viljuvate sortide kasvatamine tunnelites ei anna kasvatajatele suurt eelist. Taasviljuvate sortide kasvatamine võimaldab saagiperioodi märkimisväärselt pikendada ja kuna tunneleid on keeruline teisaldada ja maasikate kasvatamine ühel kasvukohal mullas soodustab erinevate juurehaiguste levikut, siis on maasikate kasvatamine turbasubstraadis kasvatuskottides õigustatud. Taasviljuvate sortide õiealgmed läbivad arengutsükli kiiremini kui ühekordselt viljuvatel sortidel ja seetõttu on võimalik nende kasvatamisel saada samal aastal kaks saaki (Hancock 1999). Sellised sordid on võimelised korduvalt õitsema ja viljuma suve algusest kuni külmadeni sügisel. Põhja-Euroopas on võimalik taasviljuvate sortide kasvatamisega saagiperioodi pikendada 3-4 kuud

(Dale 2005). Taasviljuvate sortide kasvatamisel kiletunnelites on võimalik saada saaki varem ja hiljem väljaspool avamaa-maasika tipphooaega. Üldiselt kasvatatakse taasviljuvaid sorte mujal maailmas kiletunnelites üheaastastena, kuid sel juhul ei ole Eesti kliimatingimustes võimalik saada kevadist varajast saaki.

Eesti kliimatingimustes on taasviljuvate sortide kasvatamisel probleemiks nende talvitumine substraadikottides. Põhjamaises kliimas on külmakahjustused peamiseks aedmaasikate saagikust ja viljade suurust vähendavaks faktoriks ning puudulik lumikate taimede talvitumisel süvendab seda probleemi (Nestby *et al.* 2000). Saagikuse suurendamiseks ja stabiliseerimiseks on vajalik vältida madalaid talviseid temperatuure ja vähendada temperatuuride kõikumist 0°C juures. Viimastel aastatel on suuremad maasikakasvatajad hakanud külmakahjustuste vältimiseks katma talveks maasikataimi katteloori või talvekattega.

Töö hüpoteesid:

- 1) taasviljuvate maasikate talvitumine Eestis võib õnnestuda, kui substraadikottides maasikad tõsta kasvulaudadelt maha ja katta talvekatetega.
- 2) taasviljuvate maasikate talvitumine sõltub sordist ja kattematerjalist.

Eesmärgid:

- 1) teha kindlaks, kas kiletunnelites substraadikottides kasvatatud taasviljuvate maasikasortide seas on neid, kes suudavad Eestis avamaal talvekatte all ellu jääda.
- 2) selgitada välja katteloori ja talvekatte mõju taasviljuvate maasikataimede talvitumisele ja saagikusele.
- 3) selgitada välja bioaktiivsete ainete sisaldus taasviljuvate sortide viljades.

Sooviksin tänada oma väga head juhendajat Ulvi Moori suure abi ja toetuse eest. Samuti tänan Paavo Otsust, kelle ettevõtte Aran PM OÜ tootmisistandikus katse läbi viidi. Lisaks sooviksin tänada abi eest Priit Põldmat, Kati Keerti, Tõnu Tõnutare ja Ranet Roositalu. Katse viidi läbi projekti "Maasikahooaja pikendamine Eestis " raames, mida rahastas Eesti maaelu arengukava (2014-2020) Innovatsiooniklaster.

1. AEDMAASIKATE FÜSIOLOOGIA JA EUROOPAS ENAMLEVINUD SORDID

Päevapikkus ja temperatuur on põhilised keskkonnast tulenevad tegurid, mis mõjutavad otseselt maasikataimede õitsemist (Massetani, Neri 2016). Valgusperioodi pikkuse vajaduse järgi jaotatakse aedmaasika sordid kolme rühma: lühipäevataimed ehk ühekordselt viljuvad, pikapäevataimed ehk taasviljuvad ja päevaneutraalsed, mis õitsevad sõltumata päevapikkusest.

Ühekordselt viljuvatel sortidel algab Eestis õiealgmete diferentseerumine risoomi ladvapungas peale vegetatiivse kasvu aeglustumist sügisel kui päevapikkus ja temperatuur on selleks kõige sobivamad (Eskla 2000). Lühenenud päevapikkus ja madalam temperatuur stimuleerivad ühekordselt viljuvate maasikasortide õiealgmete arengut risoomiharudes (Massetani, Neri 2016). Õiealgmete moodustamiseks on optimaalne temperatuur +15°C, õitsemise alustamiseks +18°C (Sonsteby, Heide 2008). Hiline õiealgmete teke sügisel põhjustab kevadel õitsemise hilinemist. Õiealgmete moodustumine on kontrollitud päevapikkuse ja temperatuuri muutustega, protsessiaeg võib sõltuvalt sordist erineda. Kevadel jätkub õiealgmete diferentseerumine kuni õitsemise alguseni ja selle tulemusel tekivad õisikuarred ja õienupud, mille arv võib sõltuda nii puhmiku vanusest, sordist kui ka kasvuoludest (Barclay Poling 2012). Uued lehed ja õisikuarred tekivad risoomist või selle harude pungadest varakevadel. Esimesena arenevad risoomi ladvapungadest tugevamad õisikuarred ja seejärel külgpungadest nõrgemad. Õitsemisest kuni esimeste viljade valmimiseni kulub umbes 20-30 päeva sõltuvalt ilmastikust. Õitel on tavaliselt kümme tupplehte, viis kroonlehte, 20 kuni 30 tolmutat ja 60-600 emakat, sõltuvalt õite tekke järjekorrast (Hancock 1999: 93). Taimede saagikus sõltub õite arvust ja seega viljadest, nende suurusel, risoomiharude arvust ja nende vastupidavusest taimehaigustele. Eestis võivad kevadised öökülmad kahjustada õisi ja viljahakatisi juba -0,5°C juures, -4°C juures hukuvad õienupud (Libek, Eskla 2012).

Dormantsust ehk füsioloogilist puhkeperioodi põhjustavad päevapikkuse lühenemine ja madalad temperatuurid (Hancock 1999: 99). Jahe periood suurendab vegetatiivset kasvu,

stimuleerib võsundite tootmist ja viljade valmimist. Õiepungad, õied ja noored viljad saavad kergesti kahjustada kevadiste öökülmade tõttu.

Õiealgmete moodustumine sõltub nii päevapikkusest, temperatuurist kui ka sordist. Ühekordselt viljuvad (juunis viljuvad) lühipäeva sordid õitsevad kevadel, annavad saaki üks kord kasvuperioodil ja moodustavad õiealgmed saagile eelneva aasta sügisel (Husaini, Xu 2016). Sellistele sortidele on õiealgmete moodustamiseks vajalik päevapikkus alla 14h ja/või temperatuur alla $+17^{\circ}\text{C}$. Opstad *et al.* (2011) andmetel moodustavad lühipäeva sordid õiealgmeid temperatuuridel vahemikus $+9...+21^{\circ}\text{C}$, kuid optimaalseks vahemikuks on $+15...+18^{\circ}\text{C}$. Ühekordselt viljuvad sordid on kvantitatiivsed lühipäevataimed temperatuuril $<20^{\circ}\text{C}$ ehk õiealgmete moodustamine on intensiivsem lühipäevatingimustes, kuid võib toimuda ka pikapäevatingimustel madalate temperatuuride korral (Heide *et al.* 2013) ja kvalitatiivsed kõrgematel temperatuuridel ($>20^{\circ}\text{C}$), kuigi õite moodustamine on häiritud kui temperatuur läheneb $+30^{\circ}\text{C}$. Madalamatel temperatuuridel ($<10^{\circ}\text{C}$) käituvad nii lühipäeva- kui ka taasviljuvad sordid päevaneutraalsetena. Ühekordselt viljuvate sortide puhul on korduvalt täheldatud, et õiepungade moodustamiseks on optimaalne temperatuur $+18^{\circ}\text{C}$ (Opstad *et al.* 2011; Bradford *et al.* 2010), samas vähendab temperatuur alla 12°C ja üle 22°C lühipäeva sortidel õiepungade teket (Opstad *et al.* 2011).

Taasviljuvad sordid jaotatakse kahte rühma: 1) pikapäeva sordid, millel pikapäevatingimused (päevapikkus $>12\text{h}$) soodustavad vähem või rohkem pidevat õitsemist eeldusel kui temperatuurid ei ole liiga kõrged; 2) päevaneutraalsed sordid, mis õitsevad sõltumata päevapikkusest mitu korda hooaja jooksul (Hancock 1999: 95-97). Taasviljuvad sordid on võimelised vilju kandma suve algusest kuni külmadeni sügisel. Kõrgemate temperatuuride korral läbivad taasviljuvate sortide õiealgmed arengutsükli kiiremini kui ühekordselt viljuvatel sortidel ja seetõttu annavad samal aastal veel teisegi saagi. Päevaneutraalsete sortide õitsemine ei sõltu päevapikkusest ja need sordid on võimelised õisi moodustama seni kuni temperatuur püsib mõõdukana (alla $30/26^{\circ}\text{C}$ päev/öö). Sonsteby ja Heide (2007, 2008) andmetel moodustavad taasviljuvad sordid õiepungasid pikapäevatingimustes ja nad on võimelised ühel vegetatsiooniperioodil andma 2-3 põhisaaki, kuid sageli on taasviljuvate ja päevaneutraalsete sortide õitsemine ja viljumine sarnane. Nishiyama ja Kanahama (2002) andmetel on taasviljuvad ja päevaneutraalsed sordid kvalitatiivsed pikapäevataimed kõrgematel temperatuuridel ($>25^{\circ}\text{C}$) ja kvantitatiivsed madalamatel ($10...25^{\circ}\text{C}$). Sonsteby ja Heide (2007) on seda teooriat

kinnitanud järeldades, et taasviljuvad sordid on kvalitatiivsed pikapäevataimed temperatuuril $+27^{\circ}\text{C}$, kvantitatiivsed mõõdukatel temperatuuridel ($+10\dots 27^{\circ}\text{C}$) ja päevaneutraalsed kui temperatuur jääb alla $+10^{\circ}\text{C}$. Üldiselt on päevaneutraalsetel sortidel kriitiline päevapikkus pikem just kõrgematel temperatuuridel (Heide *et al.* 2013). Seega võib järeldada, et jahedamad temperatuurid soodustavad aedmaasikate õitsemist, samal ajal kui soojemad temperatuurid inhibeerivad seda ja tundlikkus temperatuuridele on suurem lühipäeva sortidel ning väiksem päevaneutraalsetel. Pikaajaline kõrge temperatuur ($+26\dots +30^{\circ}\text{C}$) inhibeerib osaliselt või täielikult õite moodustumist mistahes päevapikkusel (Okimura, Igarashi 1997).

Päevaneutraalseid ja taasviljuvaid sorte kasvatatakse maailmas laialdaselt just saagiperioodi pikendamise võimaluse tõttu (Ballington *et al.* 2008). Näiteks mõõduka kliimaga piirkondades, Kesk- ja Põhja-Euroopas on võimalik päevaneutraalsete sortide kasvatamisega saagiperioodi pikendada 3-4 kuud ja sellega suurendada saaki (Dale 2005). Euroopas ja Jaapanis klassifitseeritakse kõik sordid, mis viljuvad mitmekordselt taasviljuvateks (ka päevaneutraalsed) (Honjo *et al.* 2011; Sonsteby ja Heide, 2007). USA-s liigitatakse taasviljuvad ja päevaneutraalsed sordid erinevatesse klassidesse vastavalt nende valgustingimuste reaktsiooni tugevusele: nõrk, keskmine, tugev (Durner *et al.* 1984).

2. TAASVILJUVATE AEDMAASIKATE KASVATUSTEHNOLOOGIAD

Maasikakasvatus on Euroopas jaotunud kolmeks suureks alaks koos erinevate kliimatingimustega: Põhja-Euroopa (karmid talved, lumikate); Kesk-Euroopa (aeg-ajalt karmid talved, suhteliselt pehme sügis ja kevad) ja Lõuna-Euroopa (pehmed talved, temperatuur ei lange tavaliselt alla 0°C) (Neri *et al.* 2012). Viimastel aastatel on põhjariikides järjepidevalt kasvanud väljaspool avamaa-maasika tipphooaega tootmine, et saada maasikate eest kõrgemat hinda. Põhjapoolne maasikakasvatus erineb ülejäänud Euroopast, sest maasikaistandike eluiga on seal tavaliselt 2-4 aastat, samal ajal kui ülejäänud Euroopas on üheaastane tootmine aina rohkem populaarsust kogumas, kuna keskmine vilja mass on esimesel kasvuaastal võrreldes järgnevatega kõige suurem. Kesk-Euroopas kestab lühipäeva sortidel saagiaeg 4-6 nädalat (Lieten 2005). Skandinaavias kestab saagiperiood traditsiooniliselt juuni lõpust kuni augusti lõpuni.

Maasikaid kasvatatakse tavaliselt avamaatingimustes, samuti kasutatakse varajase saagi saamiseks tunneleid. Euroopas on maasikate tootmine värskest turustamiseks katmikaladel aina suurenemas (Neri *et al.* 2012). Algselt kasutati selliseid tehnoloogiaid juunis viljuvate lühipäeva sortide puhul varajasema saagi saamiseks. Uued kõrge kvaliteediga külmakindlad sordid on laialdaselt suurendanud talvist/kevadist tootmist vahemerelises kliimas sügisese istutusega, samal ajal kui päevaneutraalsete taasviljuvate sortide kasvatamine suurendab kevadisi/suviseid saake rohkem kontinentaalsetes kliimades, vältides külmasid talvesid kevadise istutusega. Päevaneutraalsete taasviljuvate sortide istandiku eluiga on tõenäoliselt kõrge kvaliteediga viljade saamiseks mõõduka kliimaga piirkondades, kus suved ei ole liiga kuumad ja talved liiga külmad, 2-3 aastat.

Maasikakasvatuses on valdavaks trendiks saagiperioodi pikendamine, mida on erinevates piirkondades saavutatud uute taasviljuvate sortidega (eriti Kesk- ja Põhja- Euroopas); madala külmavajadusega juunis viljuvate sortidega (Lõuna-Euroopas) ja spetsialiseerunud kasvatustehnoloogiatega (Neri *et al.* 2012). Avamaatingimustes tootmise osakaal on suurem soojemates piirkondades nagu California, Florida ja Vahemere piirkond (Freeman, Nicoli

1999). Külmemates piirkondades nagu Põhja-Euroopa kasvatatakse maasikaid katmikaladel, kus toimub substraadis kasvatamine küttega kasvuhoonetes. Põhjamaise kliimaga riikides on maasikakasvatuses tootmisperiood eriti lühike ja selletõttu on sellises piirkonnas võimalik saagihooaega pikendada päevaneutraalsete sortide kasvatamisega (Taghavi *et al.* 2016) või tunnelite kasutamisega (Ballington *et al.* 2008; Janke *et al.* 2017). Avamaatingimustes langeb juunis viljuvate sortide kasvatamise tipphooaeg tavaliselt kokku siseriikliku toodangu haripunktiga ja see põhjustab hulgimüügihindade languse (Pollack, Perez 2008).

Maailmas kõige rohkem kasvatatavad ja turustatavad maasikasordid ei ole kohanenud talvise kliimaga (Khanizadeh 2002) või on vastuvõtlikud kõige rohkem majanduslikku kahju tekitavatele haigustele nagu hahkhallitus (*Botrytis cinerea*), juurepatogeenid (*Phytophthora* sp., *Verticillium* sp.) ja jahukaste (*Sphaerotheca* sp.) (Elmhirst 2005; Barboza *et al.* 2017). Lisaks jahukastele on teiseks saagikust limiteerivaks faktoriks katmikaladel hahkhallitus (Grijalba *et al.* 2015).

2.1. Madalad tunnelid

Madalad tunnelid on tavaliselt kuni 1 m kõrgused konstruktsioonid, mis pakuvad taimedele ajutist kaitset ebasoodsate ilmastikutingimuste eest ja suurendavad varajast ja kogusaaki (joonis 1) (Aman *et al.* 2018). Tunnelleid kaetakse peamiselt ühe- või kahekordse polüetüleeniga, veel kasutatakse ka näiteks etüülvinüülatsetaati ja polüvinüülkloriidi. Aedmaasikas sobib hästi madalates tunnelites kasvatamiseks oma lühikese kasvuperioodi, viljumise ja juure fenoloogia tõttu (Ferreira *et al.* 2004).



Joonis 1. Madalad tunnelid, New Hampshire (USA) (Sideman 2018).

Madalad kiletunnelid sobivad päevaneutraalsete sortide viljade kaitsmiseks pikemal kasvuperioodil ja on sobilikud ka lühiajaliseks kaitseks juunis viljuvatele lühipäeva sortidele (Orde *et al.* 2018). Madalatel tunnelitel on mitmeid positiivseid mõjusid maasikatootmisele: 1) suurendavad turustatavate viljade osakaalu; 2) vähendavad haiguste esinemist; 3) suurendavad kogusaaki ja vilja massi. Madalad tunnelid kaitsevad taimi ebasoodsate ilmastikuolude eest (sademed, rahe, tugevad tuuled, päikesekiirgus). Paljud taimehaigused nagu antraknoos (*Colletotrichum acutatum*) ja hahkhallitus (*Botrytis cinerea*) vajavad spooride moodustamiseks kõrget õhuniiskust ja spooride levitamiseks sademeid. Päevaneutraalsed sordid on andnud sõltuvalt aastast ja asukohast madalas tunnelis suuremat turustatavat saaki kui avamaatingimustes (Lewers *et al.*, 2017) ning on leitud, et turustatava saagi osakaal madalates tunnelites võib olla keskmiselt 10-15% kõrgem kui avamaatingimustes (Orde *et al.* 2018).

Laugale *et al.* (2016) viis Lätis madalates tunnelites läbi katse, sortidega 'Honeoye' ja 'Darselect'. Taimed olid istutatud kõrgetele kilemultšiga kaetud peenardele. Kattematerjal paigaldati taimedele vegetatsiooniperioodi alguses ja eemaldati samuti saagiperioodi alguses. Madalatel tunnelitel algas võrreldes avamaatingimustega saagiperiood 10 päeva

varem. Tunnelite kasutamine suurendas varajast saaki ja I kvaliteediklassi viljade osakaalu, samas kogusaagile mõju puudus. Katsest selgus, et 'Honeoye' on madalatesse tunnelitesse sobilikum oma varajasuse, kõrgema saagikuse ja suurema hahkhallitusele resistentsuse tõttu.

2.2. Kõrged tunnelid

Kõrgeid tunnelid kutsutakse sageli kütteta kasvuhooneteks, neid on nii ühe- kui ka mitmelöövilise struktuuriga ja nende tsingitud torumaterjaliga karkass on tavaliselt kaetud plastiku või kilega (Lamont *et al.* 2002). Tunnelid võib ehituslikult jaotada kolmeks: poolpüsiv, teisaldatav ja ajutine, kuid üldiselt nimetatakse neid 2-5 m kõrguseid struktuure siiski ajutisteks (Blomgren, Frisch 2007), millel puudub automaatne ventilatsioon ning kütte- ja jahutussüsteemid ning nende õhutamiseks kasutatakse tavaliselt külgliseinte üles kerimist (Orzolek *et al.* 2006). Tunnelites kasvatatakse maasikaid peamiselt mullas kilemultšiga kaetud kõrgpeenardel koos tilkkastmissüsteemiga, kuigi kasvusubstraatide ja -pottide kasutamine on samuti levinud (joonis 2) (Heidenreich *et al.* 2008).



Joonis 2. Kõrged kiletunnelid Poolas (Foto: Madli Tramm).

Lumise talvega piirkondades eemaldatakse talvekuudeks mitmelöövilistelt tunnelitelt polüetüleenkile, ühelöövilistel tunnelitel jäetakse kile tavaliselt alles talviseks tootmiseks (Blomgren, Frisch 2007). Mõõdukas ja troopilises kliimas on kõrgete tunnelite üheks suureks eeliseks sademete puudumine, seega on hahkhallituse levik ja saagikadu väiksemad ning sellega paraneb ka viljade kvaliteet ja vastupidavus. Mõõduka kliimaga piirkondades kasutatakse tunneleid temperatuuride tõstmiseks kevadel, sügisel ja mõnikord ka talvisel hooajal (Lamont 2009). Temperatuur on tunnelites piisavalt kõrge, et pikendada saagiperioodi, parandada viljade kvaliteeti ja kaitsta õisi kevadiste varajaste öökülmade eest. Kõrgetes tunnelites on tavaliselt temperatuurid kõrgemad kui avamaatingimustes ja see võib suurendada maasika viljade toiteväärtust (Demchak 2003). Wang ja Zheng (2001) andmetel võib kiletunnelites kasvatatud maasikate viljades tõusta fenoolsete hapete, flavonoolide ja antotsüaanide sisaldus kui temperatuurid jäävad alla 25°C ja 30°C. Viljade värvumine võib tunnelites peatuda kui temperatuurid langevad alla +5°C (Ulrich *et al.* 1992), viljade arenemist mõjutavad negatiivselt temperatuurid alla 10°C (Hancock 1999: 100-102) ja õied ning viljad võivad kahjustuda kui temperatuurid on 0°C või vähem. Külmakahjustuste ennetamiseks kütteta kiletunnelites tõstetakse kasvatuskotid maapinnale talvituma ja seejärel kaetakse kattelooriga.

Selliste tunnelite puudusteks on kõrged temperatuurid suvel, materjali ja tööjõu kõrge hind, struktuuride kasutamise keerulisus tuulistel ja nõlvalistel aladel ja jahukaste levik (Freeman, Gnayem 2005). Tunnelites on suurimaks väljakutseks ka kahjurite tõrjumine (Samtani *et al.* 2019), kus võib sarnaselt kasvuhoonele punase kedriklesta (*Tetranychus urticae*), karilaste (*Aleyrodidae*) ja ripslaste (*Franklinella* spp.) arvukus tõusta kiiresti kui ei kasutata kontrollmeetmeid.

USA-s viidi 2002.-2004. aastal Kadir *et al.* (2006) poolt läbi katse kõrgetes kiletunnelites sortidega 'Chandler' ja 'Sweet Charlie'. Taimed olid istutatud kõrgetele musta kilemultšiga kaetud peenardele. Tunnelites olev mikrokliima kaitstes maasikataimede risoome külmakahjustuste eest ja tõi saagiaega viie nädala võrra varasemaks võrreldes avamaatingimustega. Detsembris ja veebruaris oli keskmine risoomi miinimum- ja maksimumtemperatuur tunnelites +5°C ja +12°C soojemad kui avamaatingimustel kasvanud taimedel. Samuti olid saagikus ja viljade kvaliteet tunnelites suuremad võrreldes avamaatingimustega. Tunnelites täheldati taimedel suuremat lehepindala, lehtede arvu, risoomide harunemist ja taimedel moodustus vähem võsundeid kui avamaatingimustes.

2.3. Maasikate kasvatamine kasvuhoones substraadis

Kasvuhoone on klaasist või plastikust katuse ja seintega püsiv struktuur, mis omab enamikel juhtudel täisautomaatset ventilatsiooni- ja küttesüsteemi (Lamont *et al.* 2002) ning pakub võrreldes teiste kasvatustehnoloogiatega suuremat kontrolli keskkonnatingimuste suhtes. See on vajalik maasikate talviseks tootmiseks, kui taimed vajavad kasvuks ja arenguks soojemaid temperatuure. Kasvuhoonetes kasutatakse peamiselt erinevaid kasvusubstraate (joonis 3) (Cantliffe *et al.* 2001). Sellisel kasvatustehnoloogial on võimalik parandada tootmise kvaliteeti ja stabiilsust ning pakkuda tarbijale maasikaid ajal kui kodumaine avamaalt pärit toodang puudub.



Joonis 3. Kasvuhoones kasvusubstraadis kasvavad 'Sonsation' taimed Hollandis (Foto: Madli Tramm).

Aedmaasikate kasvatamine katmikaladel substraatides võimaldab aastaringset tootmist ja see on alternatiiviks avamaatingimustes tootmisele, kus suurimateks probleemideks on juurehaigused ja nematoodid (Lieten 2013). Kasvuhoones substraadis kasvatamise eelisteks on viljade puhtus, vihmakahjustuste puudumine, kõrgem saagikus, efektiivsem kahjurite tõrje ja suurem tööjõu efektiivsus. Aedmaasika saagikust mõjutavatest teguritest on peamised kasvusubstraat, taimede päritolu ja tüüp, taimede tihedus ning väetamise efektiivsus (Adak *et al.* 2018). Substraadi tüüp võib mõjutada tootmises saagikust ja saagi ajastust ning isegi võsundite paiknemist ja arvu risoomil (Savini 2003). Orgaaniline substraat (turvas ja kompost) võib põhjustada päevaneutraalsetel sortidel madalamat õiealgmete diferentseerumist teise täisõitsemise ajal ja varajasemat saagiperioodi algust. Turvast sisaldavas substraadis kasvatamisel on päevaneutraalsed sordid 'Gaviota' ja 'Selva' moodustanud võrreldes ilma turbata liiva või perliidiga kasvatamisel rohkem risoome ja lehti (Tehranifar *et al.* 2006). Samuti on võimalik sellisel kasvatusviisil suurendada taimede tihedust, mille tulemusel suureneb taimede tootlikkus ja kasumlikkus, mis on vajalikud infrastruktuuride kõrgete kulude kompenseerimiseks (Lieten 2013). Substraadis kasvanud taimed on rohkem tundlikud temperatuuride kõikumisele ja kõrgemad juuretemperatuurid võivad taimede vegetatiivset kasvu oluliselt kiirendada, mille tulemuseks on taimede madalam saagikus. Samuti on sellised taimed vastuvõtlikumad külmakahjustustele, mille tõttu on vajalik lisakaitse madalamate temperatuuride eest. Substraadis kasvatatud taimed on rohkem tundlikud soolsusele, makro- ja mikroelementide puudusele või liiale ning pH-le.

3. TAASVILJUVATE MAASIKATE SAAGIKUST MÕJUTAVAD TEGURID

Maasikataimede saagikus sõltub erinevatest teguritest nagu õite arv, sellest tulenevalt viljade arv ja nende suurus, risoomide arv taimel, sordi külmakindlus ja resistentsus erinevatele haigustele (Hancock 1999). Taasviljuvad sordid moodustavad taime kohta rohkem õisikuid ja nende kasvatamisel on võimalik saagihooaega pikendada 3-4 kuud või rohkem (Dale 2005). Sellised sordid viljuvad tavaliselt hooaja jooksul kaks korda (Taylor, Simpson 2001), mis põhjustab taimede pidevat vegetatiivset kasvu ja õitsemist ning see muudab taimed eriti tundlikuks ebasoodsatele keskkonnatingimustele (De Camacaro *et al.* 2002). Vegetatiivset kasvu ja õiealgmete ning võsundite moodustumist mõjutavad keskkonnatingimused nagu temperatuur, päevapikkus, ja väetamine (Heide *et al.* 2013). Rowley *et al.* (2011) tehtud katses aeglustas tunnelites olev kõrge temperatuur (+29°C) päevaneutraalsete sortide saagiperioodi algust võrreldes ühekordselt viljuvate sortidega neli nädalat. Päevaneutraalsete sortide keskmine vilja mass varieerub tavaliselt vahemikus 8...20 grammi. Tunnelites olev kõrge temperatuur võib vähendada vilja massi ebaefektiivse tolmeldamise tõttu (Ledesma *et al.* 2004). Taasviljuvad sordid ei ole väga külmakindlad ja sageli ei õnnestu nende kasvatamine parasvöötme kliimas (Żurawicz 2005).

1999. aastal tehti Suurbritannias avamaatingimustes katse, kus oli üks ühekordselt viljuv sort 'Elsanta' ja kaks taasviljuvat: 'Bolero' ja 'Everest' (De Camacaro *et al.* 2002). Katsest selgus, et sordil 'Elsanta' oli puhmikus rohkem lehti ja taime kohta vähem risoome kui taasviljuvatel sortidel. 'Elsanta' taimede vegetatiivne kasv kiirenes pärast viljumist juulis, millest võib oletada, et generatiivne areng pidurdab taimede vegetatiivset kasvu. Sellisel juhul võib taasviljuvate sortide pideval õitsemisel ja viljumisel olla piirav mõju nende kasvule. 'Elsanta' taimed tootsid enamik õisi juunis, millele järgnes saagiperiood juulis. 'Bolero' ja 'Everest' õitsesid hooajal mitu korda ja kandsid vilju kuni oktoobrini, seega oli nende sortide saagikus suurem kui sordil 'Elsanta'.

2014.-2015. aastal viidi USA-s kõrgetes kiletunnelites läbi katse kuue päevaneutraalse sordiga ('Albion', 'Evie 2', 'Monterey', 'Portola', 'San Andreas', 'Seascape')(Gude *et al.* 2018).

'Portola' oli mõlemal aastal kõige kõrgema saagikusega (esimesel aastal 600 g/taim ja teisel aastal 510 g/taim). Turustatava saagi osakaal varieerus mõlemal kasvuaastal 77...89%, olles suurim sortidel 'Albion' ja 'Monterey'. Katsest selgus, et kõikide sortide keskmine saagikus oli esimesel aastal suurem võrreldes teise kasvuaastaga (vastavalt 450 ja 350 g/taim).

Kolumbias tehti 2012. aastal katse kõrgetes tunnelites kahe päevaneutraalse sordiga 'Monterey' ja 'Albion' (Grijalba *et al.* 2015). Maasikataimi kasvatati musta kilemultšiga kaetud kõrgetel peenardel koos tilkkastmissüsteemiga. Kõrgetes tunnelites olevad kasvutingimused kiirendasid 'Monterey' vegetatiivset kasvu koos saagikuse suurenemise ja saagikadude vähenemisega. Peamised vegetatiivsed näitajad (lehepindala, risoomide arv) olid positiivses seoses generatiivsete näitajate (õite arv, õisikute arv, õite arv õisiku kohta) ja saagikusega (tootlikkus ja viljade arv). Tugevama vegetatiivse kasvuga taimed on võimelised tootma rohkem fotosünteesiks vajalikke assimilaate, mille tagajärjel on taim võimeline moodustama rohkem õisi ja vilju (Cocco *et al.* 2011). Sordi 'Albion' taimedel esines tunnelites rohkem Ca-puudust (lehetippude kuivamine), mille tõttu olid 'Albion' viljad väiksemad kui sordil 'Monterey'. Tunnelites soodustab Ca-puuduse teket õhutemperatuuri suurenemine ja õhuniiskuse vähenemine, põhjustades taimel lehtede õhulõhede sulgumise, mis mõjutab kaltsiumi transporti uutesse lehtedesse (Krikke, 2011).

2010.-2011. aastal tehti Kanadas kõrgetes tunnelites katse kuue päevaneutraalse sordiga (tabel 1)(Taghavi *et al.* 2016). Taimed kasvasid musta kilemultšiga kaetud kõrgetel peenardel. Katses olnud sortide saagikus taimede kohta varieerus 221...493 grammi, olles suurim sordil 'Tribute' ja väikseim sordil 'Diamante'. Keskmine vilja mass varieerus vahemikus 8,2...12,2 grammi. Hollandist pärit sordid 'Milan' ja 'Elan' (8,2 ja 7,4 g) olid väiksema keskmise vilja massiga kui näitasid nende kasvatamisel Euroopas eelnevalt saadud tulemused.

Tabel 1. Kuue päevaneutraalse sordi saagikus (g/taim), keskmine vilja mass (g) ja turustatava saagi osakaal (%) Kanadas kõrgetes tunnelites (Taghavi *et al.* 2016)

Sort ja päritolu	Saagikus (g/taim)	Turustatava saagi osakaal, %	Keskmine vilja mass, g
'Tribute' USDA, Maryland, USA	493	73	8,7
'Seascape' California Ülikool, USA	444	66	8,2
'Milan' ABZ Seeds, Holland	377	63	8,2
'Elan' ABZ Seeds, Holland	342	68	7,4
'Albion' California Ülikool, USA	281	65	12,5
'Diamante' California Ülikool, USA	221	63	12,2

2006.-2007. aastal Norras tehtud katses oli taasviljuva sordi 'Elan' keskmiseks vilja massiks 9,0 grammi, katses langes saagikus võrreldes esimese kasvuaastaga teise aastal (vastavalt 635 ja 542 g/taim)(Nes *et al.* 2008). Põhja-Euroopas on suved jahedamad kui Põhja-Ameerikas, seega üks võimalikest põhjustest miks olid Euroopa päritoluga sortide viljad väiksemad, oli optimaalsest madalam temperatuur nende sortide viljade arenguks (Taghavi *et al.* 2016). Kõrged tunnelid pikendavad jahedamates keskkonnatingimustes kevadel ja sügisel saagiperioodi muutes keskkonna tunnelites soojemaks, kuigi kõrgemad temperatuurid tunnelites võivad vähendada või peatada maasikataimedel õiealgmete moodustumist ning tulemuseks võivad olla väiksemad viljad. Wagstaffe ja Battey (2004) tehtud katses saadi sordil 'Everest' kõrgeim saagikus kui temperatuur jäi vahemikku +18...23°C. Kõrgematel temperatuuridel kasvas viljade arv, kuid vähenes keskmine vilja mass.

2017. aastal viidi Tartumaal Aran PM kütteta kiletunnelites läbi katse taasviljuvate aedmaasikatega kahes erinevas kasvusubstraadis (turvas ja kookos) (Remmelg 2018). Katses oli kolm taasviljuvat sorti ('Diamante', 'Cabrillo', 'Harmony') ja üks aretis FF1604. Taimed istutati mais kahe erineva substraadiga kasvatuskottidesse ja seejärel tõsteti kasvatavadele. Katse tulemustest selgus, et kõikidel sortidel oli saagikus võrreldes kookossubstraadis kasvatatud taimedega märkimisväärselt kõrgem turvasubstraadis (vastavalt 209 ja 376 g/taim). Kõige kõrgema saagikusega oli 'Harmony' (keskmiselt 383 g/taim), ülejäänud

sortidel varieerus saagikus vahemikus 245...275 g/taime kohta, olles madalaim sordil 'Cabrillo'. Keskmine vilja mass oli võrreldes turbaga kookossubstraadi variandil madalam (vastavalt 18,7 ja 15,9 g) varieerudes 15,7...20,4 grammi, olles väikseim sordil 'Harmony' ja suurim sordil 'Diamante'. Saagiperiood kestis esimesel kasvuaastal juuli algusest kuni septembri lõpuni ehk kiletunnelites kasvatamine võimaldas tavalise 6-8 nädala asemel pikendada saagiperioodi 13 nädalani. Katses täheldati kookossubstraadis kasvanud taimedel võrreldes turbasubstraadiga oluliselt rohkem ripslase kahjustusi.

4. KATSEMATERJAL- JA METOODIKA

4.1. Taasviljuvate maasikate talvitumiskatse

Katse asus Tartumaal Haaslava vallas Aran PM OÜ ühes kütteta kiletunnelis. Kiletunnelid olid 100 m pikad, 3,6 m kõrgused ja 7,5 m laiused. Käesoleva magistritöö aluseks olev katse oli 2017. aasta kevadel alustatud taasviljuvate maasikate sordivõrdluskatse jätkuks. Taimed olid istutatud 1,2 meetri kõrgustele kasvulaudadele turbakottidesse. Ühes turbakotis oli 8 taimet. Substraadikotid olid 1 m pikkused, 20 cm laiused ja 10 cm kõrgused (Legro, Holland). Käesoleva magistritöö jaoks koguti andmeid 2017. aasta novembrist 2018. aasta augustini (talvitumise andmed ja teise aasta saagiandmed). Esimesel aastal olid katses kolm taasviljuvat sorti ('Diamante', 'Cabrillo' ja 'Harmony') ning aretis FF1604. Antud magistritöö katse algas 17. novembril, mil taimed tõsteti kasvulaudadelt koos substraadikottidega maapinnale talvituma (joonis 4).



Joonis 4. Vasakul 'Polka' (rohelisemad) ja paremal taasviljuvate sortide taimed (punaka lehestikuga) novembris 2017 (Foto: Ulvi Moor).

Talvitumiskatsesse võeti kontrollsordiks ühekordselt viljuv sort 'Polka', mis oli samuti ühe suve kasvanud substraadikottides samades tingimustes taasviljuvate sortidega. Iga sordi ühte kotti paigutati 3 cm sügavusele substraati temperatuurilogerid (LogTag Trix-8) ja 10 kotti igast sordist kaeti kas kahekordse katteloori (PP, Novagryl, 19 g m⁻²) või kahekordse talvekattega (HDPE, 17 g m⁻², Geo Polska) (joonis 5).



Joonis 5. Kahekordse talvekattega kaetud taimed enne talvitumist novembris 2017 (Foto: Ulvi Moor).

Katsefaktoreid olid kaks: sort ja talvekattematerjal. Sorte oli kokku neli, talvematerjale kaks, seega oli katses kokku 8 varianti. Igas variandis oli 10 kordust (korduseks oli substraadikott, millesse oli istutatud 8 taimet). Kattematerjalid eemaldati 4. aprillil 2018 ja seejärel hinnati taimedel külmakahjustusi. Igast variandist lõigati ühe koti taimedel risoomid vertikaalselt ülevalt alla pooleks, seega suveks jäi igast variandist alles 9 kordust. Külmakahjustusi hinnati 3- pallilisel skaalal: 1- pole üldse kahjustunud, risoom elevandiluuvalge; 2- keskmine kahjustus: risoom helepruun, kahjustunud võivad olla vaid juhtsooned; 3- tugev kahjustus: risoom tumepruun (joonis 6).



Joonis 6. Aedmaasika külmakahjustuste hindamise skaala 3- palli süsteemis (1- pole üldse kahjustunud, risoom elevandiluuvalge; 2- keskmine kahjustus, risoom helepruun, kahjustatud võivad olla vaid juhtsooned; 3- tugev kahjustus, risoom tumepruun) (Fotod: Ulvi Moor)

4.2. Katses olnud sordid

Kuna 2017. aastal läbi viidud tarbijauuringust selgus, et 'Cabrillo' ei meeldinud eestlastele, jäeti see sort 2018. aastal katsest välja ning saagiarvestus ja viljade analüüsid tehti allpool kirjeldatud sortidest.

Aretis FF1604 (või FD1604)

FF1604 (ehk FD1604) on Hollandis Fresh Forward poolt aretatud taasviljuv aretis, mis on keskmise tootlikkusega ja atraktiivsete ning maitsevate viljadega (De Kemp 2019). FF1604 viljad on väga hea magusa maitsega, mis tuleneb aretise kõrgeast Brix väärtusest ja meeldivast aroomist. Viljad on säravpunased, tugevad ja ei ole vastuvõtlikud lõhenemisele. Kasvulaudadel kasvatades annab FF1604 pidevalt saaki, mis on suurem kui taasviljuval sordil 'Sweet Eve'. Puhmikul on laiad lehed ja tugevad lehe- ja õievarred. Võrdlemisi pikad õievarred moodustavad vähem õisi, mille tulemusel püsib vilja mass kasvuperioodil ühtlasena. Keskmiseks vilja massiks on 20 grammi. Saagikus on veidi madalam kui sordil 'Eve Delight'. FF1604 valiti 2018. aastal Hollandis parima maitsega taasviljuvaks sordiks. FF1604 on vastuvõtlik maasika-risoomimädanikule (*Phytophthora cactorum*) ja jahukastele (*Sphaerotheca macularis*).

Hollandis kasvuhoones kasvulaudadel kasvatades tehtud katses oli FF1604 keskmiseks saagikuseks 923 g/taime kohta, II klassi viljade osakaaluks 3%, keskmiseks vilja massiks 18,4 g ja Brix 9% (Fresh Forward 2019).

'Harmony'

'Harmony' on taasviljuv sort, mis on aretatud Hollandis. Viljad on säravpunased, hea tugevuse ja maitsega (Belorta 2019). Viljade tugevus ja värvus sarnanevad sordile 'Portola', kuid keskmine vilja mass on sordist 'Portola' väiksem. 'Harmony' viljad on kõrge Brix väärtusega. Sort on saagikas ka kehvemates kliimatingimustes (Vissers 2019). 'Harmony' on vähem vastuvõtlikum hahkhallitusele (*Botrytis cinerea*), jahukastele (*Sphaerotheca macularis*) ja risoomimädanikule (*Phytophthora cactorum*). Vähem esineb ka ripslaste kahjustusi.

'Diamante'

'Diamante' on päevapikkuse suhtes neutraalne taasviljuv sort, mis on aretatud USA-s, Californias (Rapo 2019). Sordil on väga hea kvaliteedi ja magusa maitsega viljad, mille keskmiseks vilja massiks on 30-31 grammi (Vissers 2019). Puhmik on kompaktsem ja püstisema kasvuga. Sorti iseloomustab suur I kvaliteediklassi viljade osakaal. Saagikus on kõrgem kui sortidel 'Selva' ja 'Seascape' ja viljad on hea korjatavusega (UC Davis 2019). Viljad on tugevad ja nende kaubanduslik välimus on atraktiivne. 'Diamante' viljaliha on heledam kui teistel päevaneutraalsetel sortidel, seega sobivad viljad pigem värskelt turustamiseks, mitte tööstusesse. Sort on vastupidav jahukastele ja mõõdukalt vastuvõtlik laikpõletikule (*Mycosphaerella fragariae*), risoomimädanikule (*Phytophthora cactorum*) ja närbumistõvele.

'Polka'

'Polka' on ühekordselt viljuv lühipäeva sort, mis on aretatud 1975. aastal Hollandis 'Induka' ja 'Sivetta' ristamisel (Eskla 2000: 33). Puhmik on jõulise kasvuga, tütartaimi annab rikkalikult. Viljad on keskmise suurusega, muutudes iga korjega aina väiksemaks (De Kemp 2019). Viljad on säravad, tumepunased ja väga hea magusa maitsega. Viljaliha on samuti tumepunane ja tihe, seega sobib sort nii laua- kui ka moosimarjaks. Sort on kõrge saagikuse ja hea korjatavusega. 'Polka' on sort, mida turustatakse Skandinaavias peamiselt värskelt. Külmakindluse tõttu sobib väga hästi põhjamaisesse kliimasse. Sort on vastuvõtlik

hahkhallitusele (*Botrytis cinerea*) ja maasika-risoomimädanikule (*Phytophthora cactorum*) ning vastupidavam jahukastele (*Sphaerotheca macularis*).

4.3. Taimede talvitumistingimused avamaal ja kasvutingimused tunnelites

Oktoobri lõpus 2017 eemaldati tootmisistandikus tunnelilt kile, seejärel tõsteti kasvatuskotid maapinnale talvituma ning 17. novembril kaeti taimed kahekordse katteloori või kahekordse talvekattega. Mõlemal variandil salvestasid temperatuurilogerid miinimum-, maksimum- ja keskmist temperatuuri nädalate kaupa. Logerid paigutati kasvatuskottidesse substraati 3 cm sügavusele. Novembrist kuni aprillini jälgiti lisaks õhutemperatuuri maapinnal (°C) ja lumekihi paksust (cm).

Riigi Ilmateenistuse andmetel (2019) olid 2017. aasta novembri ja detsembri keskmised õhutemperatuurid (vastavalt 2,5 ja 0,3°C) mõnevõrra kõrgemad kui nende kuude paljude aastate keskmised (vastavalt 1,4 ja -2,0°C)(tabel 2).

Tabel 2. 2017/2018. aasta ja paljude aastate (1981-2010) keskmised õhutemperatuurid (°C) (Riigi Ilmateenistus 2019)

Kuu	Keskmine õhutemperatuur, °C	
	2017	1981-2010
November	2,5	1,4°C
Detsember	0,3	-2,0
	2018	
Jaanuar	-2,1	-3,5
Veebruar	-8,2	-4,5
Märts	-3,6	-1,1
Aprill	7,2	4,6
Mai	15,2	10,4
Juuni	15,5	14,4
Juuli	20,2	17,4
August	18,5	16,3
September	14,0	11,5
Oktoober	7,2	6,7

Kattematerjalid eemaldati taimedelt 04.04.2018. Aprillis oli keskmine õhutemperatuur 7,2°C, mis on paljude aastate keskmisest 2,6°C võrra kõrgem. Mai keskmiseks õhutemperatuuriks oli 15,2°C, mis on märkimisväärselt kõrgem kui paljude aastate keskmine (10,4°C). Päikesepaistet oli Eesti keskmisena maikuus 408,4 tundi, mis on võrreldes paljude aastate keskmisega (276,0 tundi) 148% rohkem. Järgnevad kuud olid samuti soojemad: keskmine õhutemperatuur oli juunis 1,1, juulis 2,8, augustis 2,2, septembris 2,5 ja oktoobris 0,5°C kõrgemad kui paljude aastate keskmine.

2018. suvel esines juuli teise dekaadi algusest kuni augusti esimeste päevadeni paar pikemat kuumalainet, kus maksimaalne õhutemperatuur tõusis mitmel järjestikusel päeval +30°C-ni või kõrgemale. Kiletunnelites kasvatamise tõttu ei mõjutanud sademed (mm) antud magistritöö katset.

4.4. Saagiarvestus ja analüüsid viljadest

Allesjäänud 9 korduse taimedelt koguti saak ja viljadest teostati biokeemilised analüüsid, katse lõppes 2018 augustis.

Saaki korjati alates 28. maist kuni 4. augustini 2018 iga kahe päeva tagant kokku 22 korda. Kogutud saak jagati kolme fraktsiooni: a) esimese valiku saak (turustatav saak): viljad läbimõõduga üle 2 cm; b) teise valiku saak: viljad läbimõõduga alla 2 cm; c) hallitanud, deformeerunud või ripslase kahjustusega viljad. Kõikide fraktsioonide viljad kaaluti ja igast korjest loeti üle turustatava saagi viljad (viljad läbimõõduga üle 2 cm) keskmise vilja massi arvutamiseks. Saadud andmete põhjal arvutati ka hiljem keskmine turustatav saak taime kohta. Saagi ajal mõõdeti korra nädalas turbasubstraadi elektrijuhtivust (EC), niiskust (%) ja temperatuuri (°C).

Kõikide sortide viljad korjati 13.08.2018, mille järel paigutati need sügavkülmikusse (-30°C). Biokeemilised analüüsid viidi läbi EMÜ Mullateaduse õppetooli laboris 23.-24.augustil 2018.

Askorbiinhappe sisaldust määrati viljadest redoks-tiitrimetriliselt, selleks kasutati diklorofenool-indofenool (DPI) meetodit. C-vitamiini sisalduse määramiseks lõigati iga sordi poolsulanud kuuest viljast sektorid, määramised tehti neljas korduses. Sektorid lõigati

noaga väikesteks tükkideks ja tiitrimisnõusse kaaluti ca 5 g värsket materjali. Pärast kaalumist lisati nõusse dosaatoriga 5 ml 1% HCl, seejärel kasutati materjali homogeniseerimiseks Polytron 1600 homogenisaatorit (Kinematica, AG, Šveits). Pärast homogeniseerimist lisati tiitrimisnõusse 60 ml atsetaathapet (pH 3,2), seejärel asetati nõudes olevad proovid DL50 Rondolino titraatorisse (Mettler Toledo AG, Šveits), kus ühe proovi tulemuste saamiseks kulus ligikaudu 9 minutit. Analüütiliselt puhas askorbiinhape (Scharlau) kasutati kalibratsioonilahuste valmistamiseks. Antud magistritöös esitati askorbiinhappe sisaldust mg/100g värsket materjali kohta.

Antotsüaanide sisalduse määramiseks täisküpsetest viljadest kasutati pH-diferentsiaalmeetodit. Tsentrifugitopsi kaaluti ca 4 g poolsulanud taimset materjali (kuue maasika keskmine proov). Seejärel lisati topsi 10 ml ekstraheerimislahust, segu homogeniseeriti (homogenisaator Polytron PE1600) ning peale seda lisati tsentrifuugitopsi ülejäänud ekstraheerimislahus (30 ml). Tsentrifugitopsid asetati loksutile 15 minutiks, seejärel tsentrifuugiti neid proove 5 minutit kiirusel 8000 pööret. Pärast seda pipeteeriti 3 ml ekstrakti katseklaasidesse. Seejärel lisati ühte katseklaasi 5 ml puhverlahust (pH 1,0) ja teise 5 ml puhverlahust (pH 4,5), määramised tehti mõlemal variandil neljas korduses, ühes korduses oli neli katseklaasi. Antotsüaanide sisaldust määrati spektrofotomeetriga (UVmini-1240 Shimadzu, Jaapan) määrares mõlemas katseklaasis oleva lahuse optilist tihedust (A) 510 nm ja 700 nm. Antotsüaanide sisaldus on antud töös esitatud pelargonidiin-3-glükosiidi mg/100g värsket materjali kohta.

Polüfenoolide üldsisaldust määrati Folin-Ciocalteu (F-C) meetodil kasutades spektrofotomeetrit (UVmini-1240 Shimadzu, Jaapan). Fenoolsete ühendite üldsisalduse määramiseks valiti igalt sordilt kuus poolsulanud vilja, millest lõigati sektorid. Sektorid tükeldati noaga väiksemateks tükkideks ja seejärel kaaluti analüüsiks ca 4 g (kuue maasika keskmine proov) koonilisse kolbi. Pärast seda lisati dosaatoriga 5 ml 96% etanoolilahust (C_2H_5OH), seejärel homogeniseeriti segu Polytron 1600 homogenisaatoriga (Kinematica, AG, Šveits), protsessi lõpus loputati homogenisaatori tera 35 ml 96% etanoolilahusega analüüsitava materjali kao ja kõikide proovide võrdse ruumala tagamiseks. Seejärel loksutati proove 15 minutit KS-15 Control loksutil (Edmund Bühler GmbH, Saksamaa) kiirusel 200 rpm. Peale loksutamist tsentrifuugiti proove 5 minutit 7400 pööretega kasutades tsentrifuugi Eppendorf Centrifuge 5810 R. Seejärel pipeteeriti mikroplaadile 0,1 ml ekstrakti, millele lisati 6 ml destilleeritud vett, 0,5 ml F-C reaktiivi (1:1) ja 10 minuti möödudes veel 1,5 ml

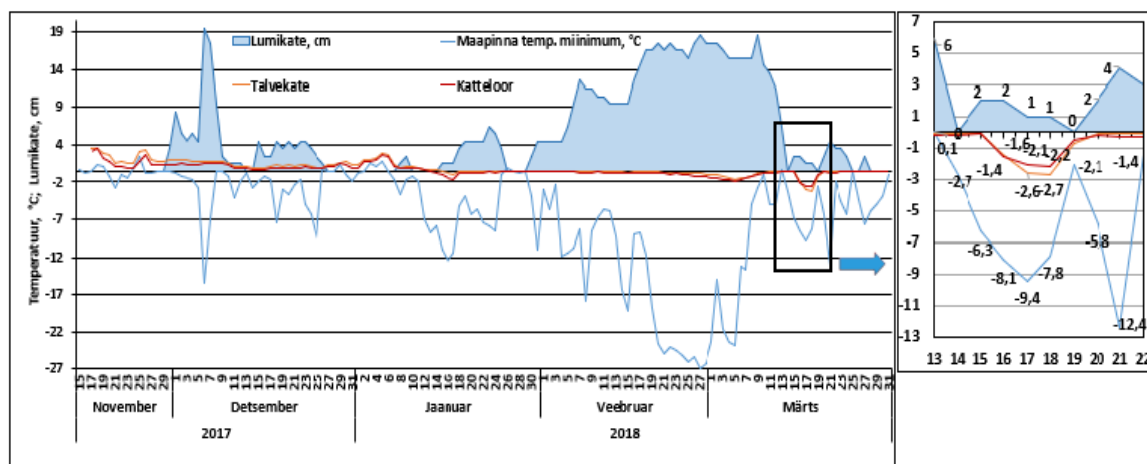
naatriumkarbonaadi lahust (7% Na_2CO_3). Katseklaasidega täidetud mikroplaati hoiti reaktsiooni täielikuks kulgemiseks 2 tundi pimedas, seejärel määrati lainepikkusel 765 nm optiline tihedus (A). Kalibratsioonigraafiku koostamiseks kasutati analüütiliselt puhast gallushapet (Scharlau) ning antud töös väljendati polüfenoolide üldsisaldust mg gallushapet/100g värske materjali kohta.

Andmetöötlusel kasutati programme Statistica (ver.11.0, StatSoft Inc., USA) ja Microsoft Excel. Külmakahjustuste ja saagiandmete analüüsimiseks kasutati kahefaktorilist dispersioonanalüüsi (sordi mõju ja talvekatte mõju). Viljade biokeemiliste näitajate analüüsimiseks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ainult sordi mõju).

5. KATSE TULEMUSED JA ARUTELU

5.1. Taimede külmakahjustused pärast talvekatete eemaldamist

Katses olevate sortide taimed kaeti kattelooriga ja talvekattega 17. novembril 2017 kui õhutemperatuur langes alla 0°C. Kattematerjalide all ei langenud substraaditemperatuur alla 0°C enne 15. jaanuari 2018 (joonis 7).

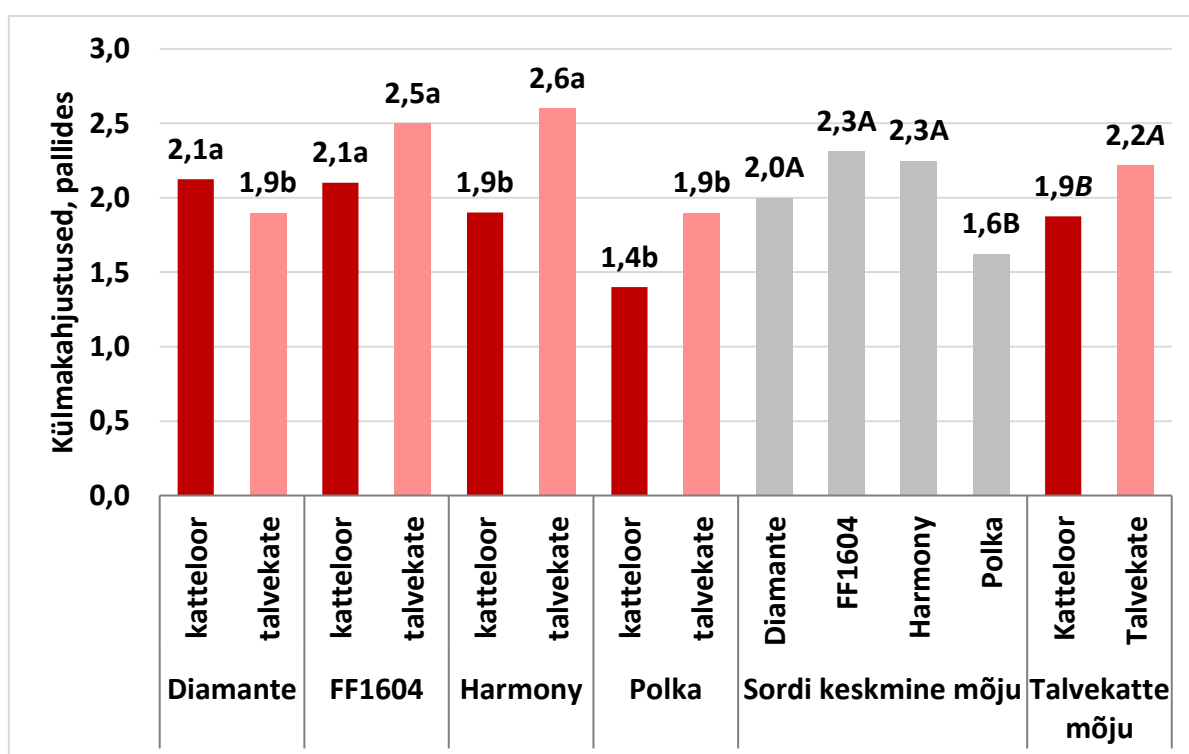


Joonis 7. Maapinna miinimum temperatuurid (°C) ja substraaditemperatuurid maasikataimede risoomide ümbruses sõltuvalt kattematerjalist ja lumikatte paksusest (cm) alates novembrist 2017 kuni märtsini 2018.

Tulemustest selgub, et kattelooriga ja talvekatte vahel ei olnud väga suurt erinevust: miinimumtemperatuur talvekatte all oli 0,1-0,6°C kõrgem kui kattelooriga variandil. Samas oli märtsikuus talvekatte variandil madalaim substraaditemperatuur -2,7°C, kattelooriga variandil oli see 0,5°C madalam (-2,2°C). Temperatuuride erinevus võib tuleneda lume erinevast sulamise ajast nendel kattematerjalidel. Detsembris ei langenud substraaditemperatuur risoomide lähedal alla 0°C isegi siis kui madalaim õhutemperatuur lumepinnal oli -14,9°C. Taimi kaitses paks lumekiht detsembris (19 cm). Sama tulemus oli ka veebruaris kui 18 cm paksune lumekiht kaitses taimi -26,4°C külma eest. Märtsi keskpaigas esines mõned päevad soojemat perioodi (10.-13. märts) kui õhutemperatuur tõusis +5°C-ni ja lumikatte paksus

vähenes. Kuna talvekate on rohkem poorsem kattematerjal kui katteloor, siis võis talvekattelt sulada lumi kiiremini. 17. märtsil langes õhutemperatuur mitmeks tunniks -14°C -ni ja see põhjustas substraadis külmumistemperatuurid. Antud tulemustest võib järeldada, et lumikiht kaitses maasikataimi kuni kevadeni ja külmakahjustused tekkisid peale soojemat perioodi 15.-18. märtsil substraaditemperatuuri langemisel.

Kolme palli süsteemis varieerusid külmakahjustused erinevatel sortidel vahemikus 1,6...2,3 (joonis 8). Katse keskmisena said kõik taasviljuvad sordid rohkem külmakahjustusi kui 'Polka'. Sellist tulemust võib põhjendada sellega, et 'Polka' on Eesti tingimustes külmakindel (Kikas, Libek 2005) ja antud joonise tulemustest võib järeldada, et 'Polka' on suuteline talve üle elama isegi turbasubstraadikottides mullapinnale laotatult. Katse keskmisena kaitses talvekate taimi külma eest halvemini kui katteloor (külmakahjustused vastavalt 2,2 ja 1,9 palli).



Joonis 8. Aedmaasikate külmakahjustused sõltuvalt kattematerjalidest 2018. aastal Lõuna-Eestis ($\text{PD}_{95\%}=0,6$). Sordi mõju ($\text{PD}_{95\%}=0,4$) ja talvekate materjali mõju ($\text{PD}_{95\%}=0,3$) külmakahjustustele.

Kõikide sortide puhul ei olnud tulemused siiski ühesed: katteloori all talvitunud 'Harmony' taimedel oli oluliselt vähem külmakahjustusi kui talvekatte variandil. Samas 'Diamante' taimedel oli katteloori all talvitudes rohkem külmakahjustusi. Talvekatte all olid külmakahjustused väiksemad vaid sordil 'Diamante'. FF1604 ja 'Polka' külmakahjustused ei erinenud statistiliselt oluliselt katteloori ja talvekatte variandil. Antud tulemustest võib järeldada, et ainuüksi külmakahjustusi arvesse võttes ei ole talvekatte kasutamine otstarbekas, kuna selle hind on oluliselt kallim kui kattelooril. Samas on talvekate vastupidavam, selle kasutamisel tekib vähem haudumist ning talvekate kaitseb taimi metsloomade eest.

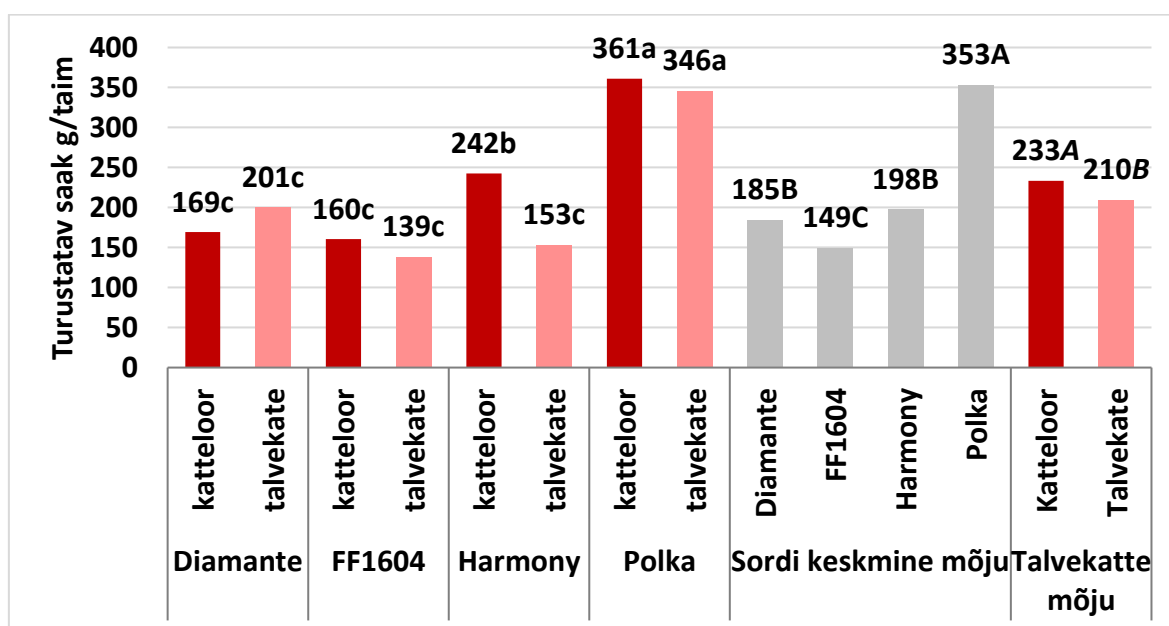
Põhjamaises kliimas on külmakahjustused peamiseks aedmaasikate saagikust ja viljade suurust vähendavaks faktoriks ning puudulik lumikate süvendab seda probleemi (Nestby *et al.* 2000). Külmakahjustused võivad põhjustada juba enne risoomiharude nekroosi esinemist 20% saagikadu. Talvekatete kasutamine on põhjamaises kliimas tõhustanud taimede kasvu ja arengut. Kõrgem temperatuur talvekatte all stimuleerib õiepungade moodustumist ja lehtede, juurte ning risoomiharude arengut lühipäevatingimustes sügisel ja kevadel. Palonen ja Lindeén (2001) andmetel taluvad külmakindlate sortide taimede risoomid külma -8°C ilma kahjustusteta, kuid tõsised külmakahjustused tekivad temperatuuril -12°C. Kahjustunud taimedel esineb risoomikudede pruunistumist ja õisikute ning õite arvu vähenemist, mis viib ebanormaalse kasvuni ja väiksema saagikuseni (Nestby *et al.* 2000). Taimede saagikuse suurendamiseks ja stabiliseerimiseks on vajalik vältida talviseid madalaid temperatuure ja temperatuuride kõikumist 0°C juures. Seetõttu on hakatud maasikakasvatajate seas rohkem kasutama erinevaid talvekatteid, need võtted vähendavad talvel külmakahjustusi puuduliku lumikatte korral ja vähendavad õite kahjustusi, suurendavad vilja massi ja vähendavad moonunenud viljade osakaalu (Nestby *et al.* 2000). Nestby ja Bjørgum (1999) tehtud katse tulemused näitasid, et 'Bounty', 'Korona' ja 'Senga Sengana' taimed said tõsiseid külmakahjustusi taimede hoidmisel -8°C juures, saagikused langesid võrreldes kahjustamata taimedega (taimed 0°C juures) vastavalt 41, 60 ja 66%.

Nestby *et al.* (2000) andmetel on talvekatte all talvitunud taimedel 9...45% suurem saagikus kui katmata taimedel. Substraadis kasvatamisel on taimed temperatuuride kõikumistele rohkem tundlikud ja võrreldes avamaatingimustega on sellised taimed rohkem vastuvõtlikud külmakahjustustele ja vajavad lisakaitset (Lieten 1996). Maasikataimed aklimatiseeruvad külmade oludega hilissügisel ja suudavad ellu jääda madalate temperatuuride korral

moodustades risoomikude ümber jääkihi (Hancock 1999:100-102). Kõrgemad temperatuurid võivad sügisel häirida taimede aklimatiseerumist ehk harjumist madalamate temperatuuridega. Samuti mõjutavad taimede külmakindlust ja saagikust kasvatustehnoloogia, talvitumisele eelnenud kasvutingimused, taimede vanus ja kasvufaas (Nestby *et al.* 2000).

5.2. Turustatav saak

Talvekatetel oli oluline mõju turustatavale saagile (joonis 9). Katse keskmisena oli kattelloori kasutamisel turustatav saak statistiliselt oluliselt suurem kui talvekatte kasutamisel (vastavalt 233 ja 210 g/taim). Sortide keskmine saagikus varieerus vahemikus 149...353 g/taim.



Joonis 9. Aedmaasikate turustatav saak (g/taim) sõltuvalt kattermaterjalidest 2018. aastal Lõuna-Eestis (PD95%=38). Sordi mõju (PD95%=27) ja talvekatte materjali mõju saagile (PD95%=19).

Sortide saagikusest on näha, et 'Polka' on võrreldes taasviljuvate sortidega oluliselt suurema turustatava saagiga (keskmiselt 353 g/taim). Kõikidest sortidest oli oluliselt väiksema turustatava saagiga FF1604 (149 g/taim), mille saagikus oli sordist 'Polka' 204 g väiksem. Taasviljuvatest sortidest olid oluliselt suurema saagikusega 'Diamante' ja 'Harmony' (vastavalt 185 g ja 198 g/taim). Samas võib välja tuua, et sortidel 'Diamante', FF1604 ja

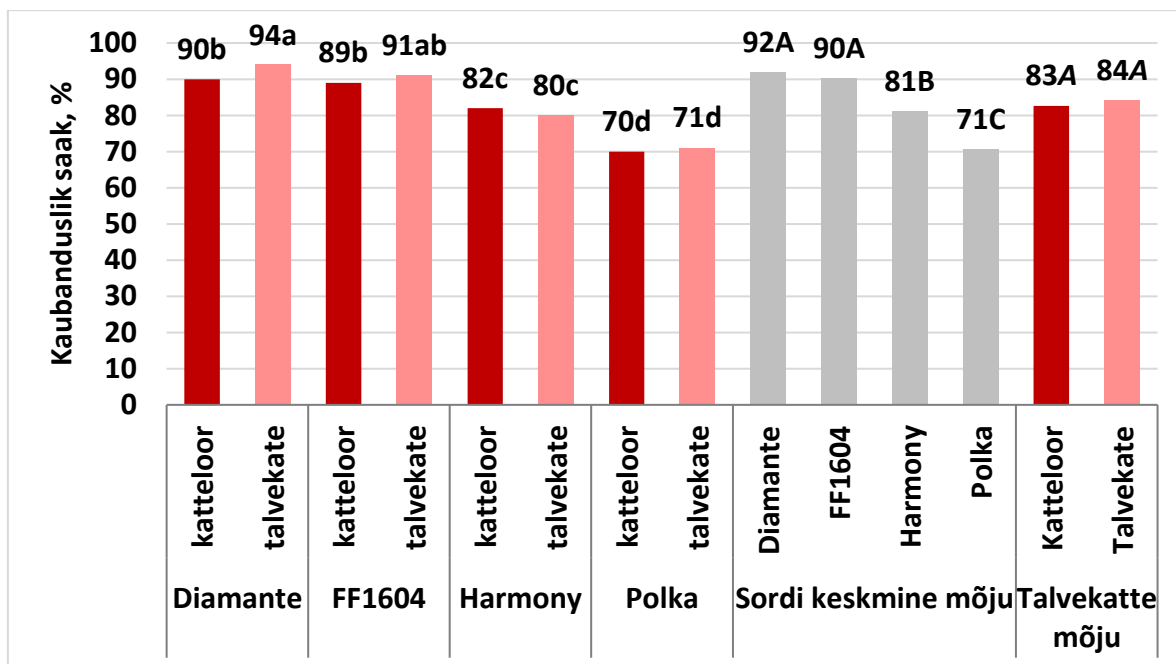
'Polka' ei erinenud turustatav saak erinevate talvekatete kasutamisel statistiliselt oluliselt. 'Harmony' turustatav saak oli oluliselt kõrgem katteloori kasutamisel (242 g/taim).

Istutusaastal varieerus Lõuna-Eestis Aran PM OÜ tootmisistandikus kütteta kiletunnelites tehtud sordivõrdluskatses taasviljuvate maasikasortide 'Diamante', FF1604 ja 'Harmony' turustatav saak vahemikus 332...502 g/taime kohta (Remmelg 2018). Antud magistritöö katses (2018. aasta) varieerus taasviljuvate sortide turustatav saak teisel aastal peale talvitumist samas tootmisistandikus vahemikus 149...198 g/taim, mis on märkimisväärselt väiksem kui esimesel aastal. 'Harmony' turustatav saak oli esimesel aastal keskmiselt 383 g/taime kohta, mis on 185 g suurem kui antud töö tulemus teisel aastal (198 g/taim). 'Diamante' keskmine saagikus oli esimesel aastal 332 g/taime kohta. Antud töö 'Diamante' teise aasta turustatav saak (185 g/taim) oli võrreldes esimese aasta tulemusega 147 g väiksem. 2002. aastal avamaatingimustes tehtud katses saadi 'Diamante' keskmiseks turustatavaks saagiks 217 g/taime kohta (Ballington *et al.* 2008), antud töö turbasubstraadil kiletunnelites tehtud katses oli 'Diamante' turustatav saak väiksem (185 g/taim). FF1604 turustatav saak oli esimesel aastal keskmiselt 337 g/taime kohta, mis on võrreldes teise aasta tulemusega (149 g/taim) 188 g suurem. Antud töö turbasubstraadil kiletunnelites kasvatatud 'Polka' keskmine turustatav saak (353 g/taim) oli võrreldes eelnevas katses saadud tulemustega mõnevõrra kõrgem.

2017. aasta ja 2018. aasta turustatava saagiandmete põhjal võib teha järelduse, et esimesel istutusaastal olid taasviljuvad sordid märkimisväärselt kõrgema saagikusega (g/taim) kui pärast talvitumist teisel aastal. Seda võib põhjendada sellega, et taasviljuvad sordid said peale talvitumist külmakahjustusi oluliselt rohkem kui külmakindel 'Polka'. 'Harmony' ja 'Diamante' olid taasviljuvatest sortidest kõige suurema turustatava saagiga. Antud töös oli ühekordselt viljuva 'Polka' keskmine turustatav saak 353 g/taime kohta. 2006. aastal varieerus Lõuna-Eestis avamaatingimustes mustal kilemultšil kasvatades 'Polka' keskmine turustatav saak 273...345 g/taime kohta (Moor *et al.* 2009), mis on võrreldes antud töö tulemusega mõnevõrra väiksem. 2010. aastal Lätis tehtud katses selgus, et katteloori kasutamine võib kiirendada 'Polka' saagi valmimist 3-5 päeva võrra (Kalnina *et al.* 2012). Eelnevast uuringust on teada, et substraadis kasvatatud maasikataimed on temperatuuri kõikumistele rohkem tundlikud ja kõrged või madalad temperatuurid võivad kiirendada või aeglustada taimede lehestiku kasvu, mille tulemusel võib väheneda saagikus (Lieten 1996). Madalam substraaditemperatuur võib kevadel aeglustada viljade valmimist. Külmadel

talvedel ja kevadistel hilistel öökülmadel võib olla negatiivne efekt taimede kasvule ja arengule, mille tulemuseks võib olla märkimisväärne saagikuse langemine (Vij, Tyagi 2007; Shokaeva 2008). Aedmaasikate saagikus sõltub õite arvust ja seega ka viljadest, nende suurusest, risoomiharude arvust, külmakindlusest ja resistentsusest haigustele (Hancock 1999). Taasviljuvate sortide kasvatamine võimaldab Põhja-Euroopas saagiperioodi pikendada (3-4 kuud), tõsta saagikust taime kohta ja võimaldab taimel toota rohkem õievarsi (Dale 2005). Hahkhallitus on üks olulisematest faktoritest, mis põhjustab maasikatel turustatava saagi langust (Nes *et al.* 2017). Õitsemisaegsete seenhaiguse teket soodustavas keskkonnas võib hahkhallitus põhjustada avamaatingimustes saagikadu kuni 50% (Blanco *et al.* 2006). Kiletunnelite all kasvatades saab potentsiaalselt kõrget ja stabiilset hea kvaliteediga saaki. 2005. aastal tehti Taanis antud magistritööga sarnane 2-aastane katse kuue ühekordselt viljuva sordiga turbakottides kütteta kiletunnelites (Daugaard 2008). Talveperioodiks (novembrist aprillini) liigutati turbakottides olevad taimed maapinnale talvituma ning seejärel kaeti kattelooriga (Agryl). Aprillis tõsteti turbakotid kasvulaudadele. Esimesel aastal olid kõige suurema saagikusega sordid 'Elsanta' ja 'Sonata'. Teisel kasvuaastal oli kõige suurema turustatava saagiga 'Sonata'. Katsest selgus, et saagikaod on kasvulaudadel kasvatades väiksemad. Teisel aastal oli üheks saagikuse vähenemise põhjuseks jahukaste tugevad kahjustused kiletunnelites. Katsest selgus, et kasvulaudadel kasvatades on võimalik saada väga hea kvaliteedi, hea korjatavuse ja suure turustatava saagi protsendiga vilju. Avatud kiletunnelid kaitsevad taimi vihmakahjustuste eest, kuid selline keskkond suurendab jahukaste esinemist, eriti teisel aastal peale istutamist. Selgus, et kõige sobivamad sordid kasvulaudadele on 'Sonata' ja 'Elsanta'.

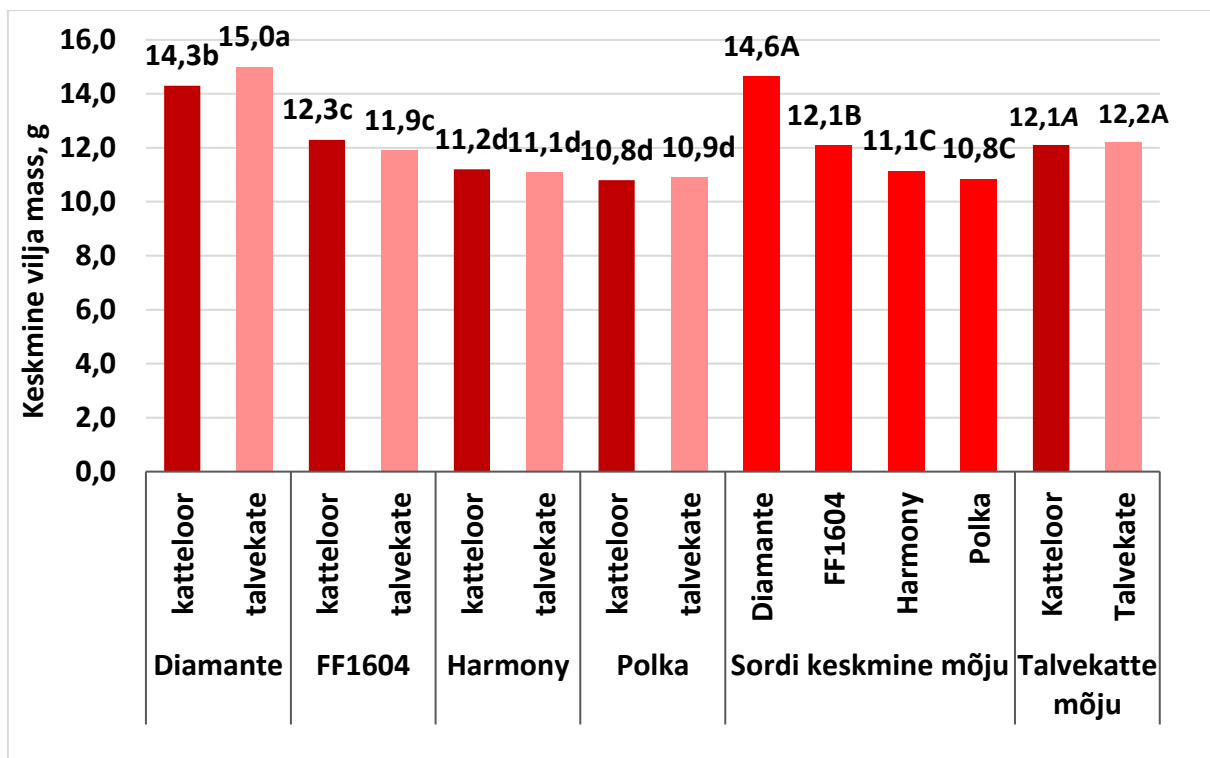
Sortide keskmine kaubandusliku saagi hulk (%) varieerus erinevate sortide vahel vahemikus 71...92 % (joonis 10). 'Diamante' ja FF1604 andsid teiste sortidega võrreldes statistiliselt oluliselt rohkem kaubanduslikku saaki (vastavalt 92 ja 90%). 'Harmony' kaubanduslik saak (81%) erines statistiliselt oluliselt nii eelpoolnimetatud sortidest, millega võrreldes jäi kaubanduslik saak väiksemaks, kui ka sordist 'Polka', millega võrreldes oli 'Harmony' kaubanduslik saak suurem. Kõige vähem andis kaubandusliku saaki 'Polka' (71%).



Joonis 10. Aedmaasikate kaubandusliku saagi hulk (%) sõltuvalt kattematerjalidest 2018. aastal Lõuna-Eestis (PD95%=4). Sordi mõju (PD95%=3) ja talvekatte materjali mõju kaubandusliku saagi hulga (PD95%=2).

5.3. Keskmine vilja mass

Katse keskmisena varieerus turustatava saagi keskmine vilja mass erinevate sortide puhul vahemikus 10,8...14,6 g (joonis 11). 'Diamante' andis teiste sortidega võrreldes statistiliselt oluliselt suuremaid vilju (keskmiselt 14,6 g). 'Diamante' puhul suurendas talvekatte kasutamine oluliselt vilja massi: talvekatte all talvitunud 'Diamante' turustatavate viljade keskmine mass oli 15,0 g, katteloori variandil 14,3 g. 'Diamante' keskmine vilja mass oli sordist 'Polka' 3,8 g suurem. Teiste sortide puhul talvekatted vilja massi ei mõjutanud.



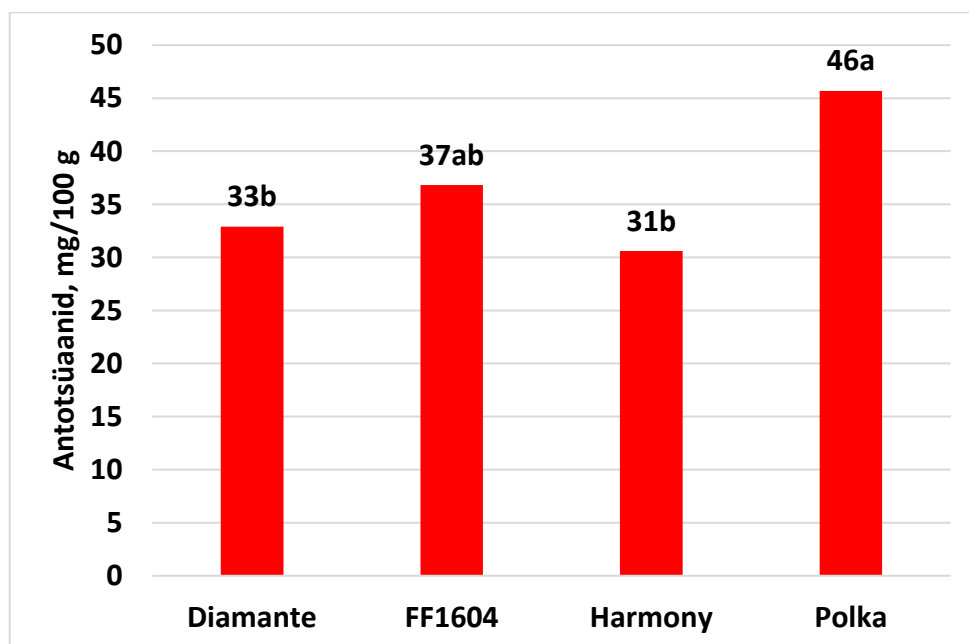
Joonis 11. Aedmaasikate keskmine vilja mass (g) kattematerjalidest 2018. aastal Lõuna-Eestis (PD95%=0,7). Sordi mõju (PD95%=0,5) ja talvekate materjali mõju keskmisele vilja massile (PD95%=0,3).

Esimesel kasvuaastal (2017) varieerus turbasubstraadil kasvatades keskmine vilja mass taasviljuvatel sortidel 'Diamante', FF1604, 'Harmony' 16,6...22,2 g (Remmelg 2018). 'Diamante' oli esimese aasta katses oluliselt suuremate viljadega kui teised sordid, samasugune tulemus tuli ka antud töös teisel aastal. 'Diamante' keskmiseks vilja massiks oli esimesel aastal 22,2 g, mis on oluliselt suurem kui antud töö tulemus (14,6 g) teisel aastal. Taasviljuva 'Diamante' keskmine vilja mass on varasemates uuringutes avamaatingimustes varieerunud vahemikus 12,2...23,2 g (Taghavi *et al.* 2016; Milivojevic *et al.* 2012; Ballington *et al.* 2008), antud töö tulemus (14,6 g) jääb eelnevasse vahemikku. FF1604 keskmine vilja mass oli esimesel aastal 18,2 g, mis on oluliselt suurem kui teisel aastal (12,1 g). 'Harmony' keskmine vilja mass oli esimesel aastal 16,6 g, teisel aastal oli samuti keskmine vilja mass oluliselt väiksem (11,1 g). Moor *et al.* (2009) katses varieerus 2006. aastal Lõuna-Eestis avamaatingimustes 'Polka' keskmine vilja mass 9,3...9,8 g. Antud töös oli 'Polka' keskmiseks vilja massiks 10,8 g, mis on eelnevas katses saadud tulemustega mõnevõrra kõrgem. Samas on Lätis 2010. aastal kiletunnelikatses katteloori all (Agryl P17) talvitudes 'Polka' keskmiseks vilja massiks saadud 15,9 g (Kalnina *et al.* 2012), mis on

oluliselt suurem kui antud töö tulemus. Taanis 2005.-2006. aastal tehtud kiletunnelikatses, kus uuriti kuue sordi talvitumist ja saagikust turbakottides kasvatamisel selgus, et keskmine vilja mass vähenes teisel kasvuaastal võrreldes esimesega (Daugaard 2008). Katse tulemustest selgus, et 'Sonata' keskmine vilja mass oli kiletunnelites turbasubstraadil kasvatades 2005. aastal 18,4 g ja 2006. aastal 12,5 g. Eelnevates uuringutes on leitud, et aedmaasika viljad on suurema vilja massiga 18/12°C temperatuuril kasvatades ja väiksemad kõrgel temperatuuril (30/22°C päev/öö) (Wang, Camp 2000).

5.4. Antotsüaanid

Antotsüaanide sisaldus varieerus erinevate sortide viljades vahemikus 31...46 mg/100g (joonis 12). 'Polka' erines statistiliselt oluliselt sortidest 'Diamante' ja 'Harmony'. 'Polka' ja FF1604 ei erinenud antotsüaanide poolest statistiliselt oluliselt, samuti olid omavahel sarnased 'Diamante', FF1604 ja 'Harmony'.



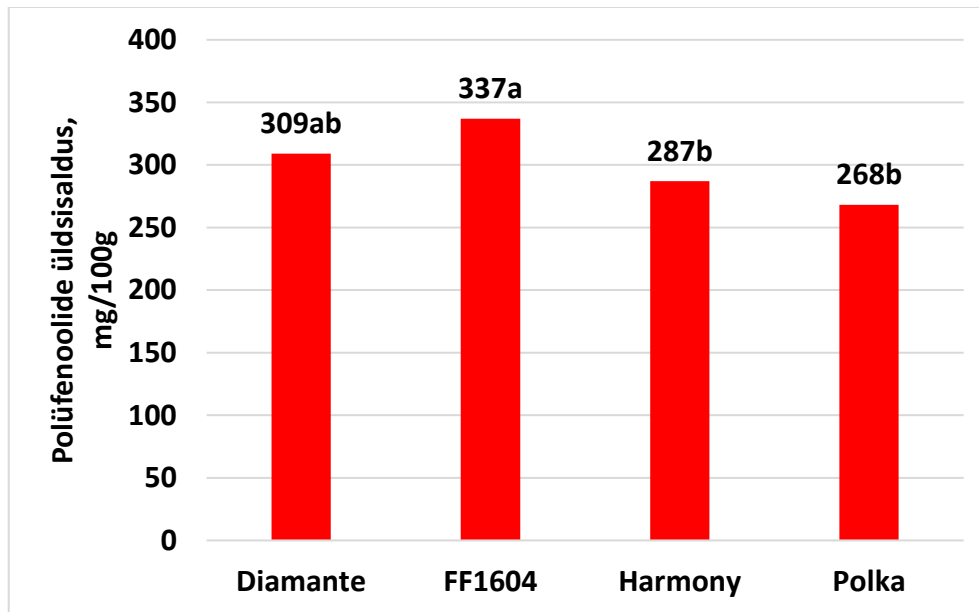
Joonis 12. Aedmaasikate antotsüaanide sisaldus (mg/100g) Lõuna-Eesti tootmisistandikus 2018. aastal sõltuvalt sordist (PD95%=10).

Antotsüaanid on flavonoidide hulka kuuluvad värvipigmentid, mis annavad aedmaasikate viljadele atraktiivse punase värvuse ja nende sisaldus suureneb viljade küpsemisel (Da Silva

Pinto *et al.* 2008). Aedmaasikad sisaldavad antotsüaanidest kõige rohkem pelargonidiin-3-glükosiidi, mis moodustab küpsenud viljades kogu antotsüaanide sisaldusest 60...95% (Aaby *et al.* 2012). Antotsüaanide sisaldus on peamiseks parameetrik, mille põhjal hinnatakse aedmaasika viljade kvaliteeti (Crecente-Campo *et al.* 2012). Eelnevad uuringud on näidanud, et antotsüaanide sisaldus võib erinevate sortide viljades varieeruda vahemikus 15...60 mg/100g (Clifford 2000; Da Silva *et al.* 2007). Antud katses olnud sortide antotsüaanide sisaldus jäi vahemikku 31...46 mg/100g. Oluliselt kõrgema sisaldusega oli 'Polka', mille viljad olid ka silmaga eristatavalt tumepunasema värvusega. 'Diamante', FF1604 ja 'Harmony' olid omavahel sarnased (vastavalt 33, 37 ja 31 mg/100g). Taasviljuva sordi 'Harmony' viljade antotsüaanide sisaldus oli 'Polka' viljade sisaldusest 15 mg väiksem, mis on põhjendatav sellega, et 'Harmony' viljad olid silmaga nähtavalt heledamad kui sordil 'Polka'. Moor *et al.* (2009) katses tuli Lõuna-Eestis avamaatingimustes 'Polka' antotsüaanide keskmiseks näitajaks 30 mg/100g, mis on oluliselt madalam, kui antud töö tulemustel kiletunnelis turbasubstraadil kasvatatud sordil 'Polka' (46 mg/100g). Antud töös olnud taasviljuva 'Diamante' antotsüaanide sisaldus (33 mg/100g) on veidi kõrgem kui eelnevas uuringus saadud sordile 'Diamante' sarnase taasviljuva 'Monterey' keskmine antotsüaanide sisaldus (26,1 mg/100g) (Diamanti *et al.* 2012). Chaves *et al.* (2017) katse tulemused näitasid, et ühekordselt viljuvad lühipäevasordid on kõrgema antotsüaanide sisaldusega kui päevaneutraalsed. Antud töös olid sordist 'Polka' oluliselt väiksema antotsüaanide sisaldusega kaks taasviljuvat sorti 'Diamante' ja 'Harmony'. Antotsüaanide sisaldust viljades võivad mõjutada sort, kasvukoht, keskkonnatingimused, kasvutehnoloogia ja säilitustingimused (Wang ja Camp 2000). Temperatuur on üks tähtsamaid abiootilisi tegureid, mis mõjutab märkimisväärselt viljade värvust, kõrgemad temperatuurid võivad kiirendada viljades antotsüaanide akumulereerumist (Peng *et al.* 2017).

5.5. Polüfenoolide üldsisaldus

Polüfenoolide üldsisaldus varieerus erinevate sortide viljades vahemikus 268...337 mg/100g (joonis 13). FF1604 ja 'Diamante' viljad olid teistest sortidest statistiliselt oluliselt suurema sisaldusega. Kõige kõrgema polüfenoolide üldsisaldusega olid aretise FF1604 (337 mg/100g) viljad ja kõige madalamaga 'Polka' viljad (268 mg/100g). Polüfenoolide üldsisalduse poolest oli sordile 'Polka' kõige lähedasem 'Harmony' (vastavalt 268 ja 287 mg/100g).



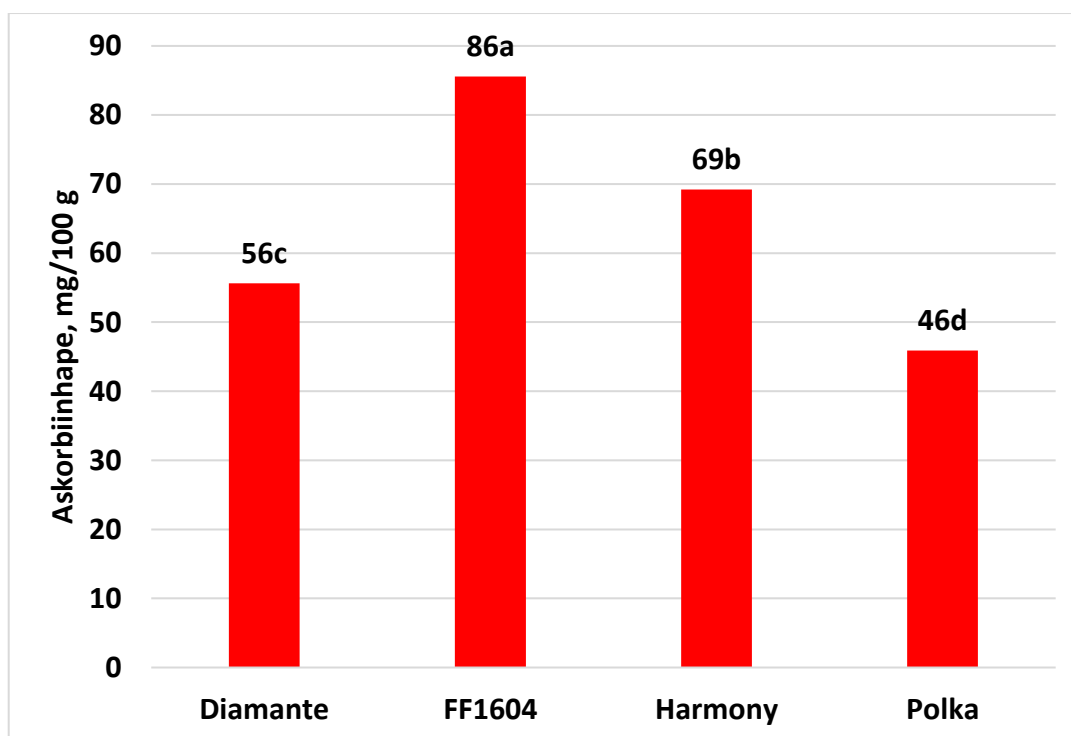
Joonis 13. Aedmaasikate polüfenoolide üldsisaldus (mg/100g) Lõuna-Eesti tootmisistandikus 2018. aastal sõltuvalt sordist (PD95%=46).

Aedmaasikad sisaldavad suures koguses polüfenoole, mis mõjutavad tugevalt nii viljade biokeemilist koostist kui ka inimeste tervist (Aaby *et al.* 2012). Polüfenoolid on antioksüdandid, mis neelavad vabu radikaale ja on vajalikud inimesele kasvuks ja arenguks. Aedmaasikates on polüfenoolidest esindatud flavonoidid, flavonoolid, fenoolsed happed ja ellagitanniinid. Kõige rohkem leidub viljades flavonoidide hulka kuuluvaid antotsüaane, millest maasikates on enim esindatud pelargonidiini ja tsüanidiini derivaadid, mis annavad aedmaasikate viljadele punase värvuse. Polüfenoolide sisaldus varieerub vastavalt küpsusastmele (Carbone *et al.* 2009). Flavanoole, nende hulgas proantotsüanidiine ja elaaghapet leidub oluliselt rohkem just rohelistes viljades tõenäoliselt selletõttu, et kaitsta mittevalminud vilju patogeenide rünnaku eest, nende sisaldus väheneb viljade küpsemisel. Paljud polüfenoolsed ühendid toimivad taime kaitsemehhanismina herbivooride ja patogeenide vastu, meelitades samal ajal ligi tolmeldajaid (Crozier *et al.* 2006). Fenoolsete ühendite sisaldust viljades mõjutavad veel genotüüp, kasvatustehnoloogia, keskkonna- ja säilitustingimused (Anttonen *et al.* 2006). Fenoolsete ühendite sisaldus on tugevas positiivses seoses antioksüdatiivse aktiivsusega (Khanizadeh *et al.* 2009). Eelnevad uuringud on näidanud, et ühekordselt viljuvatel sortidel on viljad väiksema fenoolsete ühendite sisaldusega kui päevaneutraalsetel (Pincemail *et al.* 2012). Varasemas uuringus on polüfenoolide sisaldus varieerinud 260...288 mg/100g (Crecente-Campo *et al.* 2012). Antud töös varieerus polüfenoolide sisaldus vahemikus 268...337 mg/100g. 'Diamante' ja

FF1604 olid oluliselt suurema polüfenoolide sisaldusega kui 'Harmony' ja 'Polka'. 'Polka' polüfenoolide sisaldus oli 69 mg väiksem kui taasviljuval FF1604 (vastavalt 268 ja 337 mg/100g). Kõik taasviljuvad sordid olid suurema polüfenoolide väärtusega kui ühekordselt viljuv 'Polka'.

5.6. Askorbiinhape

Askorbiinhappe sisaldus varieerus erinevate sortide vahel vahemikus 46...86 mg/100g (joonis 14). Kõik sordid erinesid üksteisest statistiliselt oluliselt. Kõige kõrgema askorbiinhappe sisaldusega viljad olid aretisel FF1604 ja kõige madalamaga sordil 'Polka'. Askorbiinhappe sisalduse poolest oli sordile 'Polka' kõige lähedasem 'Diamante' (vastavalt 46 ja 56 mg/100g). Kõik kolm taasviljuvat sorti ('Diamante', FF1604, 'Harmony') olid oluliselt kõrgema askorbiinhappe sisaldusega kui ühekordselt viljuv 'Polka'.



Joonis 14. Aedmaasikate askorbiinhappe sisaldus (mg/100g) Lõuna-Eesti tootmisistandikus 2018. aastal sõltuvalt sordist (PD95%=7).

Askorbiinhape on vees lahustuv antioksüdant, mis on väga vastuvõtlik hapnikule, temperatuurile ja valgusele. Samuti varieerub askorbiinhappe sisaldus suurel määral sõltuvalt sordist (Olsson *et al.* 2004), viljade küpsusastmest ja mullastikust (Cordenunsi *et al.* 2003). Aedmaasikate kõrge C-vitamiini sisaldus moodustab märkimisväärse osa kogu antioksüdatiivsest aktiivsusest. Aaby *et al.* (2007) andmetel moodustas 'Senga Sengana' viljade antioksüdatiivsest aktiivsusest askorbiinhape 24%. Eelnevas uuringus on aedmaasikate viljade C-vitamiini sisaldus varieerunud 68,3...107,5 mg/100g (Singh *et al.* 2011), kuid keskmiseks sisalduseks arvatakse 60 mg/100g (Cordenunsi *et al.* 2003). Antud töös varieerus askorbiinhappe sisaldus vahemikus 46...86 mg/100g. Kõik kolm taasviljuvat sorti olid oluliselt kõrgema askorbiinhappe sisaldusega kui ühekordselt viljuv 'Polka'. Taasviljuva FF1604 tulemus on võrreldes teiste sortidega oluliselt kõrgem (86 mg/100g), erinedes sordist 'Polka' 40 mg võrra. Taasviljuva sordi 'Diamante' keskmine askorbiinhappe sisaldus on eelnevates uuringutes varieerunud 52,1...60,1 mg/100g (Kristl, Slekovec 2010; Milivojevic *et al.* 2012). Antud töös oli 'Diamante' keskmiseks näitajaks 56 mg/100g, mis jääb eelnevalt väljatoodud vahemikku. 'Polka' keskmiseks C-vitamiini sisalduseks on Lõuna-Eesti teise aasta istandikes eelnevates uuringutes saadud 2006. aastal 50 mg/100g (Moor *et al.* 2009) ja 2008. aastal 59 mg/100g (Tõnutare *et al.* 2009). Antud töös oli 'Polka' keskmine askorbiinhappe sisaldus mõnevõrra madalam (46 mg/100g).

KOKKUVÕTE

Käesoleval magistritööl oli kaks hüpoteesi: 1) taasviljuvate maasikate talvitumine Eestis võib õnnestuda, kui substraadikottides maasikad tõsta kasvulaudadelt maha ja katta talvekatetega; 2) taasviljuvate maasikate talvitumine sõltub sordist ja kattematerjalist.

Töö esimeseks eesmärgiks oli teha kindlaks, kas kiletunnelites substraadikottides kasvatatud taasviljuvate maasikasortide seas on neid, kes suudavad Eestis avamaal talvekatte all ellu jääda. Teiseks eesmärgiks oli selgitada välja katteloori ja talvekatte mõju taasviljuvate maasikataimede talvitumisele ja saagikusele ning selgitada välja bioaktiivsete ainete sisaldus taasviljuvate sortide viljades.

Käesoleva magistritöö aluseks olev katse oli 2017. aasta kevadel alustatud taasviljuvate maasikate sordivõrdluskatse jätkuks (talvitumise andmed ja teise aasta saagiandmed). Katse jaoks koguti andmeid 2017. aasta novembrist kuni 2018. aasta augustini Lõuna-Eestis ühes kütteta kiletunnelis turbasubstraadis kasvatuskottides kasvanud taimedelt. Teisel aastal oli katses kaks taasviljuvat sorti ('Diamante', 'Harmony'), aretis FF1604 ja kontrollvariandiks ühekordselt viljuv sort 'Polka'. Taimede talvitumise uurimiseks kaeti need kahekordse katteloori (PP, Novagryl, 19 g m⁻²) või kahekordse talvekattega (HDPE, 17 g m⁻², Geo Polska).

Tulemused:

- Kolme palli süsteemis varieerusid külmakahjustused erinevatel sortidel vahemikus 1,6...2,3. Katse keskmisena said kõik taasviljuvad sordid rohkem külmakahjustusi kui 'Polka'. Kattematerjalide vahel ei olnud märkimisväärset erinevust, kuid katse keskmisena kaitses katteloor taimi külma eest paremini kui talvekate (külmakahjustused vastavalt 1,9 ja 2,2 palli). Kõikide sortide puhul ei olnud tulemused ühesed: katteloori all talvitunud 'Harmony' taimedel oli külmakahjustusi oluliselt vähem talvekatte variandil (vastavalt 1,9 ja 2,6 palli).

- Sortide keskmine saagikus varieerus vahemikus 149...353 g/taime kohta. Ühekordselt viljuv 'Polka' oli võrreldes taasviljuvate sortidega oluliselt suurema saagikusega (353 g/taim). Kõige väiksema saagikusega oli taasviljuv aretis FF1604 (149 g/taim).
- Katse keskmisena varieerus turustatava saagi keskmine vilja mass erinevatel sortidel vahemikus 10,8...14,6 g. Taasviljuv sort 'Diamante' andis teiste sortidega võrreldes statistiliselt oluliselt suuremaid vilju (14,6 g). 'Diamante' puhul suurendas kattematerjali kasutamine oluliselt vilja massi: talvekatte all talvitunud 'Diamante' viljade keskmine mass oli 15,0 g ja katteloori variandil 14,3 g.
- Kaubandusliku saagi hulk (%) varieerus erinevatel sortidel vahemikus 71...92%. Taasviljuvad 'Diamante' ja FF1604 andsid teiste sortidega võrreldes statistiliselt oluliselt rohkem kaubanduslikku saaki (vastavalt 92 ja 90%). Kõige väiksema kaubandusliku saagi hulgaga oli 'Polka' (71%).
- Kõige kõrgema askorbiinhappe sisaldusega oli taasviljuva aretise FF1604 (86 mg/100g) viljad ja kõige madalama sisaldusega 'Polka' (46 mg/100g) viljad. Kahe taasviljuva sordi ('Diamante', 'Harmony') ja aretise FF1604 viljad olid oluliselt kõrgema askorbiinhappe sisaldusega kui ühekordselt viljuval sordil 'Polka'.
- Kõige kõrgema polüfenoolide üldsisaldusega oli taasviljuva aretise FF1604 (337 mg/100g) viljad ja kõige madalamaga 'Polka' (268 mg/100g) viljad.
 - Antotsüaanide sisaldus varieerus erinevate sortide viljades 31...46 mg/100g. Kõige rohkem antotsüaane sisaldasid 'Polka' viljad (46 mg/100g) ja kõige väiksema antotsüaanide sisaldusega olid 'Harmony' viljad (31 mg/100g).

Kokkuvõtvalt võib öelda, et taasviljuvad sordid andsid pärast talvitumist väga vähe saaki (149...198 g/taim) ja sõltumata kattematerjalist said kõikide sortide taimed keskmisi külmakahjustusi. Seetõttu ei saa taasviljuvate sortide kasvatamist mitmeaastase kultuurina turbasubstraadis Eesti kliimatingimustes soovitada. Talvitumiskatses selgus, et 'Polka' sobib külmakindluse ja saagikuse poolest kasvatamiseks kiletunnelis turbasubstraadis ka mitmeaastase kultuurina.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Aaby, K., Ekeberg, D., Skrede, G.** (2007). Characterization of phenolic compounds in strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(11), pp. 4395-4406.
2. **Aaby, K., Mazur, S., Nes, A., Skrede, G.** (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. – *Food Chemistry*, 132(1), pp. 86-97.
3. **Adak, N., Tozlu, I., Gubbuk, H.** (2018). Influence of Different Soilless Substrates to Morpho-physiological Characteristics and Yield Relations in Strawberries. – *Erwerbs-Obstbau*, 60(4), pp. 341-348.
4. **Aman, A., Sinha, S., Rajan, R.** (2018). Potentiality of protected cultivation in fruit crops: An overview. – *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), pp. 3557-3560.
5. **Anttonen, M.J., Hoppula, K.I., Nestby, R., Verheul, M.J., Karjalainen, R.O.** (2006). Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(7), pp. 2614-2620.
6. **Ballington, J.R., Poling, B., Olive, K.** (2008). Day-neutral strawberry production for season extension in the midsouth. – *HortScience*, 43(7), pp. 1982-1986.
7. **Barboza, E.A., Fonseca, M.D.N., Boiteux, L.S., Reis, A.** (2017). First worldwide report of a strawberry fruit rot disease caused by *Phytophthora capsici* isolates. – *Embrapa Hortaliças-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)*.
8. **Barclay Poling, E.** (2012). Strawberry Plant Structure and Growth Habit. NC State University.
9. **Belorta.** (2019). Strawberry Harmony. <https://www.belortaprofessional.be/en/product-catalog/strawberries-harmony> [WWW] (18.02.2019)
10. **Blanco, C., Los de Santos, B., Romero, F.** (2006). Relationship between concentrations of *Botrytis cinerea* conidia in air, environmental conditions, and the incidence of grey mould in strawberry flowers and fruits. – *European Journal of Plant Pathology*, 114(4), pp. 415-425.

11. **Blomgren, T.A., Frisch, T.** (2007). High Tunnels: Using Low Cost Technology to Increase Yields, Improve Quality, and Extend the Growing Season. University of Vermont Center for Sustainable Agriculture.
12. **Bradford, E., Hancock, J.F., Warner, R.M.** (2010). Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. – *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(2), pp. 102-107.
13. **Cantliffe, D.J., Shaw, N., Jovicich, E., Rodriguez, J.C., Secker, I., Karchi, Z.** (2001). Passive ventilated high-roof greenhouse production of vegetables in a humid, mild winter climate. – *Acta Horticulturae*, 1, pp.195-202.
14. **Carbone, F., Preuss, A., De Vos, R.C., D'Amico, E., Perrotta, G., Bovy, A.G., Martens, S., Rosati, C.** (2009). Developmental, genetic and environmental factors affect the expression of flavonoid genes, enzymes and metabolites in strawberry fruits. – *Plant, Cell & Environment*, 32(8), pp. 1117-1131.
15. **Chaves, V.C., Calvete, E. and Reginatto, F.H.** (2017). Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars. – *Scientia horticulturae*, 225, pp. 293-298.
16. **Clifford, M.N.** (2000). Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), pp. 1063-1072.
17. **Cocco, C., Andriolo, J.L., Cardoso, F.L., Erpen, L., Schmitt, O.J.** (2011). Crown size and transplant type on the strawberry yield. – *Scientia Agricola*, 68(4), pp. 489-493.
18. **Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.D., Lajolo, F.M.** (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. – *Food Chemistry*, 83(2), pp. 167-173.
19. **Crecente-Campo, J., Nunes-Damaceno, M., Romero-Rodríguez, M.A., Vázquez-Odériz, M.L.** (2012). Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria*× *ananassa* Duch, cv Selva). – *Journal of Food Composition and Analysis*, 28(1), pp. 23-30.
20. **Crozier, A., Jaganath, I.B., Clifford, M.N.** (2006). Phenols, polyphenols and tannins: an overview. – *Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet*, 1.
21. **Da Silva Pinto, M., Lajolo, F.M., Genovese, M.I.** (2008). Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). – *Food Chemistry*, 107(4). pp. 1629-1635.
22. **Da Silva, F.L., Escribano-Bailón, M.T., Alonso, J.J.P., Rivas-Gonzalo, J.C., Santos-Buelga, C.** (2007). Anthocyanin pigments in strawberry. – *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), pp. 374-382.

23. **Dale, A. (2005).** Future trends in strawberry breeding in North America. In: Khanizadeh, S., DeEll, J. Our strawberries-Les Fraisières de chez nous. – *Agriculture and Agri-Food Canada*, St. Jean-sur-Richelieu, Quebec, Canada, pp. 70-83.
24. **Daugaard, H. (2008).** Table-top production of strawberries: performance of six strawberry cultivars. – *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 58(3), pp. 261-266.
25. **De Camacaro, M.P., Camacaro, G.J., Hadley, P., Battey, N.H., Carew, J.G. (2002).** Pattern of growth and development of the strawberry cultivars Elsanta, Bolero, and Everest. – *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(6), pp. 901-907.
26. **De Kemp BV Plantenkwekerij. (2019).** Strawberry varieties. <http://www.dekemp.nl/en/strawberry-plants/varieties> [WWW] (18.02.2019)
27. **Demchak, K. (2003).** High tunnel production of primocane-bearing raspberries.
28. **Diamanti, J., Capocasa, F., Balducci, F., Battino, M., Hancock, J., Mezzetti, B. (2012).** Increasing strawberry fruit sensorial and nutritional quality using wild and cultivated germplasm. – *PLoS One*, 7(10).
29. **Durner, E.F. (1984).** Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing, and everbearing strawberries. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109, pp. 396-400.
30. **Eesti Statistikaamet. (2019).** PM060: Viljapuu- ja marjaaiad maakonna järgi. Maasikas. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=PM028#> [WWW] (28.02.2019).
31. **Elmhirst, J. (2005).** Crop profile for strawberry in Canada. A. a. A.-F. Canada (Ed.): *Pesticide Risk Reduction Program Pest Management Centre Agriculture and Agri-Food Canada*.
32. **Eskla, V., Hiisaar, K., Kikas, A., Lauk, Ü., Libek, A., Metspalu, L., Nüberg, T., Sõmermaa, A-L., Värnik, R. (2000).** Maasikas aias ja köögis. Tallinn: Maalehe Raamat.
33. **Ferreira, M.A., Júnior, P., José, M., Santos, A.O. and Hernandez, J.L. (2004).** Crop partially modified environment on different rootstocks of 'Cabernet Sauvignon' grapevine: effect on yield and sugar concentration. – *Bragantia*, 63(3), pp. 439-445.
34. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019).** FAOSTAT. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [WWW] (28.02.2019).
35. **Freeman, S., Gnayem, N. (2005).** Use of plasticulture for strawberry plant production. – *Small Fruits Review*, 4(1), pp. 21-32.
36. **Freeman, S., Nicoli, G. (1999).** Implementation of IPM: Strawberries. In: J. van Lenteren., Y. Elad (eds.). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, L. Gullino, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 454-472.

37. **Fresh Forward.** (2019). Breeding & Marketing. <https://www.fresh-forward.nl/en> [WWW] (18.02.2019)
38. **Grijalba, C.M., Pérez-Trujillo, M.M., Ruiz, D., Ferrucho, A.M.** (2015). Strawberry yields with high-tunnel and open-field cultivations and the relationship with vegetative and reproductive plant characteristics. – *Agronomía Colombiana*, 33(2), pp. 147-154.
39. **Gude, K., Rivard, C.L., Gragg, S.E., Oxley, K., Xanthopoulos, P., Pliakoni, E.D.** (2018). Day-neutral strawberries for high tunnel production in the central United States. – *HortTechnology*, 28(2), pp. 154-165.
40. **Hancock, J.F.** (1999). Strawberries. CAB International. Wallingford, UK.
41. **Heide, O.M., Stavang, J.A., Sønsteby, A.** (2013). Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries—a review. – *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 88(1), pp. 1-18.
42. **Heidenreich, C., Pritts, M., Kelly, M.J., Demchak, K.** (2008). High tunnel raspberries and blackberries. *Ithaca NY*.
43. **Honjo, M., Nunome, T., Kataoka, S., Yano, T., Hamano, M., Yamazaki, H., Yamamoto, T., Morishita, M., Yui, S.** (2016). Simple sequence repeat markers linked to the everbearing flowering gene in long-day and day-neutral cultivars of the octoploid cultivated strawberry *Fragaria*×*ananassa*. – *Euphytica*, 209(2), pp. 291-303.
44. **Husaini, A.M., Xu, Y.W.** (2016). 14 Challenges of Climate Change to Strawberry Cultivation: Uncertainty and Beyond. *Strawberry: Growth, Development and Diseases*, pp. 262-265.
45. **Janke, R.R., Altamimi, M.E., Khan, M.** (2017). The use of high tunnels to produce fruit and vegetable crops in North America. – *Agricultural Sciences*, 8(07), p. 692.
46. **Kadir, S., Carey, E., Ennahli, S.** (2006). Influence of high tunnel and field conditions on strawberry growth and development. – *HortScience*, 41(2), pp. 329-335.
47. **Kalnina, I., Strautina, S., Silina, L., Laugale, V.** (2012). February. The possibilities of strawberry growing under high tunnels in Latvia. – *VII International Strawberry Symposium 1049*, pp. 535-540.
48. **Khanizadeh, S.** (2002). Overview of the Quebec Strawberry Breeding Program of Agriculture and Agri-Food Canada at St-Jean-sur-Richelieu, Quebec: Past and present achievements and future objectives. – *Advances in strawberry research*.
49. **Khanizadeh, S., Tao, S., Zhang, S., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M.T., Gauthier, L., Gosselin, A.** (2009). Profile of antioxidant activities of selected strawberry genotypes. – *Acta Horticulturae*, 814, pp. 551-556.
50. **Kikas, A., Libek, A.** (2005). Influence of temperature sums on growth and fruit mass and yield of strawberry. *European Journal of Horticultural Science*, 70(2), pp. 85-88.

51. **Krikke, R.** (2011). News letter tip burn strawberry. Relab den Haan. Texel, The Netherlands.
52. **Kristl, J., Slekovec, M.** (2010). Ascorbic acid content in different cultivars of strawberries. 45. hrvatski i 5. Međunarodni simpozij agronoma, 15-19 veljače 2010, Opatija, Hrvatska. Zbornik Radova, pp. 1114-1118.
53. **Lamont, W.J.** (2009). Overview of the use of high tunnels worldwide. – *HortTechnology*, 19(1), pp. 25-29.
54. **Lamont, W.J., McGann, M.R., Orzolek, M.D., Mbugua, N., Dye, B., Reese, D.** (2002). Design and construction of the Penn State high tunnel. – *HortTechnology*, 12(3), pp.447-453.
55. **Lantz, W., Swartz, H., Demchak, K., Frick, S.** (2011). Season-Long: Strawberry Production with Everbearers for Northeastern Producers EB 401. – *Garrett County Office*.
56. **Laugale, V., Dane, S., Lepse, L., Strautina, S., Kalnina, I.** (2016). August. Influence of low tunnels on strawberry production time and yield. – *VIII International Strawberry Symposium 1156*, pp. 573-578.
57. **Ledesma, N.A., Kawabata, S., Sugiyama, N.** (2004). Effect of high temperature on protein expression in strawberry plants. – *Biologia plantarum*, 48(1), pp. 73-79.
58. **Lewers, K.S., Fleisher, D.H., Daughtry, C.S.** (2017). Low tunnels as a strawberry breeding tool and season-extending production system. – *International journal of fruit science*, 17(3), pp. 233-258.
59. **Libek, A. V., Eskla, V.** (2012). Maalehe maasikaraamat. Tallinn: Hea Lugu, pp. 182.
60. **Lieten, F.** (1996). September. Effect of copper concentration in the nutrient solution on the growth of strawberries in peat and perlite. – *International Symposium Growing Media and Plant Nutrition in Horticulture 450*, pp. 495-500.
61. **Lieten, P.** (2005). Strawberry production in central Europe. – *International journal of fruit science*, 5(1), pp. 91-105.
62. **Lieten, P.** (2013). Advances in strawberry substrate culture during the last twenty years in the Netherlands and Belgium. – *International journal of fruit science*, 13(1-2), pp. 84-90.
63. **Massetani, F., Neri, D.** (2016). Strawberry: Growth, Development and Diseases. Plant Architecture in Different Cultivation Systems. CAB International, pp. 100-103.
64. **Milivojević, J., Radivojević, D., Poledica, M.** (2012). COMPARISON OF FIELD PERFORMANCE AND FRUIT QUALITY OF TWO DAY-NEUTRAL STRAWBERRY CULTIVARS 'DIAMANTE' AND 'ELSINORE'. – *II International Symposium on Horticulture in Europe 1099*, pp. 749-754.
65. **Moor, U., Pöldma, P., Starast, M., Mainla, L., Tõnutare, T., Karp, K.** (2019). Yield of everbearing strawberries (*Fragaria x ananassa*) in two consecutive years depending on cultivar and row covers in winter in high tunnels in Estonia. *Eesti Maaülikool*. pp. 1-6.

66. **Moor, U., Põldma, P., Tõnutare, T., Karp, K., Starast, M., Vool, E.** (2009). Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. – *Scientia Horticulturae*, 119(3), pp. 264-269.
67. **Neri, D., Baruzzi, G., Massetani, F., Faedi, W.** (2012). Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. – *Canadian journal of plant science*, 92(6), pp.1021-1036.
68. **Nes, A., Henriksen, J.K., Serikstad, G.L., Stensvand, A.** (2017). Cultivars and cultivation systems for organic strawberry production in Norway. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 67(6), pp. 485-491.
69. **Nes, A., Sønsteby, A., Heide, O.M.** (2008). Performance of everbearing strawberry cultivars in a Nordic climate. – *VI International Strawberry Symposium* 842, pp. 781-784.
70. **Nestby, R., Bjørgum, R.** (1999). Freeze injury to strawberry plants as evaluated by crown tissue browning, regrowth and yield parameters. – *Scientia horticulturae*, 81(3), pp. 321-329.
71. **Nestby, R., Bjørgum, R., Nes, A., Wikdahl, T., Hageberg, A.** (2000). Winter cover affecting freezing injury in strawberries in a coastal and continental climate. –*The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(1), pp. 119-125.
72. **Nishiyama, M., Kanahama, K.** (2000). Effects of temperature and photoperiod on flower bud initiation of day-neutral and everbearing strawberries. –*IV International Strawberry Symposium* 567, pp. 253-255.
73. **Okimura, M., Igarashi, I.** (1997). A new strawberry [*Fragaria x ananassa* Duch.] variety" Kitanokagayaki". –*Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea (Japan)*.
74. **Olsson, M.E., Ekvall, J., Gustavsson, K.E., Nilsson, J., Pillai, D., Sjöholm, I., Svensson, U., Åkesson, B., Nyman, M.G.** (2004). Antioxidants, low molecular weight carbohydrates, and total antioxidant capacity in strawberries (*Fragaria*× *ananassa*): effects of cultivar, ripening, and storage. –*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(9), pp. 2490-2498.
75. **Opstad, N., Sønsteby, A., Myrheim, U., Heide, O.M.** (2011). Seasonal timing of floral initiation in strawberry: Effects of cultivar and geographic location. –*Scientia Horticulturae*, 129(1), pp. 127-134.
76. **Orde, K., Sideman, B., Pritts, M., Demchak, K.** (2018). Low Tunnel Strawberry Production Guide. University of New Hampshire Cooperative Extension Publication.
77. **Orzolek, M., Lamont, W., Burkhart, E.** (2006). High tunnel vegetable crop production. – *High tunnel production manual*. Pennsylvania State University, University Park, PA, pp. 117-125.

78. **Palonen, P., Lindeén, L.** (2001). Winter hardiness of micropropagated and conventionally propagated strawberry plants. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(6), pp. 685-690.
79. **Peng, L., Yang, S., Chen, R., Johnb, S., Ye, J., Fan, G., Zhou, H., Peng, L., Pana, S.** (2017). Physiological and Quality Changes of Postharvest Strawberries at Different Storage Temperature and Their Relationships to Fruit Discoloration. –*International Journal of Food and Nutritional Science*, 4(2), pp. 81-88.
80. **Pincemail, J., Kevers, C., Tabart, J., Defraigne, J.O., Dommès, J.** (2012). Cultivars, culture conditions, and harvest time influence phenolic and ascorbic acid contents and antioxidant capacity of strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Journal of Food Science*, 77(2), pp. C205-C210.
81. **Pollack, S., Perez, A.** (2008). Fruit and tree nuts situation and outlook yearbook 2008. Washington, DC: US Department of Agriculture-Economic Research Service.
82. **Rapo.** (2019). Diamante. <http://www.rapo.nl/en/plants-en/diamante> [WWW] (18.02.2019)
83. **Remmelg, E.** (2018). *Eestis kiletunnelis kasvatatud aedmaasika (Fragaria x ananassa Duch.) taasviljuvate sortide saagikus, viljade kvaliteet ja tarbijatele meeldivus*. Magistritöö. Eesti Maaülikool.
84. **Riigi Ilmateenistus.** (2019). <http://www.ilmateenistus.ee/> [WWW] (18.02.2019)
85. **Rowley, D., Black, B.L., Drost, D., Feuz, D.** (2011). Late-season strawberry production using day-neutral cultivars in high-elevation high tunnels. –*HortScience*, 46(11), pp. 1480-1485.
86. **Samtani, J.B., Rom, C.R., Friedrich, H., Fennimore, S.A., Finn, C.E., Petran, A., Wallace, R.W., Pritts, M.P., Fernandez, G., Chase, C.A., Kubota, C.** (2019). The Status and Future of the Strawberry Industry in the United States. –*HortTechnology*, 29(1), pp. 11-24.
87. **Savini, G.** (2003). *Architectural model and factors implicated in the flower differentiation of strawberry plant* (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy. p. 151.
88. **Shokaeva, D.B.** (2008). Injuries induced in different strawberry genotypes by winter freeze and their effect on subsequent yield. *Plant breeding*, 127(2), pp. 197-202.
89. **Sideman** (2018). **New resource: Low Tunnel Strawberry Production Guide.** https://extension.unh.edu/blog/new-resource-low-tunnel-strawberry-production-guide?fbclid=IwAR1KbFywm8e-LuB_9116NXWe6JtOu8Y6y1upVU6DNa6rJW1Hnt1ZZbXnJiQ
90. **Singh, A., Singh, B.K., Deka, B.C., Sanwal, S.K., Patel, R.K., Verma, M.R.** (2011). The genetic variability, inheritance and inter-relationships of ascorbic acid, β -carotene, phenol

- and anthocyanin content in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). –*Scientia horticulturae*, 129(1), pp. 86-90.
91. **Sønsteby, A., Heide, O.M.** (2007). Long-day control of flowering in everbearing strawberries. –*The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(6), pp. 875-884.
 92. **Sønsteby, A., Heide, O.M.** (2008). Long-day rather than autonomous control of flowering in the diploid everbearing strawberry *Fragaria vesca* ssp. *semperflorens*. –*The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(3), pp. 360-366.
 93. **Żurawicz, E.** (2005). Combining ability analysis of fruit yield and fruit quality in everbearing strawberry cultivars using an incomplete diallel cross design. –*Journal of fruit and ornamental plant research*, 13, pp. 5-17.
 94. **Taghavi, T., Dale, A., Hughes, B., Zandstra, J.** (2016). The performance of dayneutral strawberries differs between environments in Ontario. –*Canadian Journal of Plant Science*, 96(4), pp. 662-669.
 95. **Taylor, D., Simpson, D.** (2001). The cream of the strawberry crop. *HORTICULTURIST-LONDON*-10(1), pp. 9-12.
 96. **Tehranifar, A., Poostchi, M., Arooei, H., Nematti, H.** (2006). Effects of seven substrates on qualitative and quantitative characteristics of three strawberry cultivars under soilless culture. In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Advances in Environmental Control, Automation 761*, pp. 485-488.
 97. **Tõnutare, T., Moor, U., Mölder, K., Põldma, P.** (2009). Fruit composition of organically and conventionally cultivated strawberry 'Polka'. –*Agronomy research*, 7(2), pp. 755-760.
 98. **UC Davis Office of Research.** (2019). Cabrillo. <https://research.ucdavis.edu/industry/ia/industry/strawberry/cultivars/#cabrillo> [WWW] (18.02.2019)
 99. **Ulrich, A., Mostafa, M.A.E., Allen, W.W.C.** (1992). *Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization*. University of California.
 100. **Vij, S., Tyagi, A.K.** (2007). Emerging trends in the functional genomics of the abiotic stress response in crop plants. –*Plant biotechnology journal*, 5(3), pp. 361-380.
 101. **Vissers Aardbeiplanten B.V.** (2019). Strawberry Plants. <http://www.vissers.com/en/strawberryplants> [WWW] (18.02.2019)
 102. **Wagstaffe, A., Battey, N.H.** (2004). The optimum temperature for long-season cropping in the everbearing strawberry everest. –*V International Strawberry Symposium* 708, pp. 45-50.
 103. **Wang, S.Y., Camp, M.J.** (2000). Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. –*Scientia Horticulturae*, 85(3), pp. 183-199.

104. **Wang, S.Y., Zheng, W.** (2001). Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. – *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(10), pp. 4977-4982.

SUMMARY

The hypotheses of this master thesis were following: 1) overwintering everbearing strawberries in Estonian climate can be possible if strawberry plants in substrate bags are lifted off to the ground and covered with row covers; 2) overwintering of everbearing strawberries depends on the row covering material and might be cultivar dependent.

The aims of this study were following: 1) to find out winter-hardiness of everbearing strawberry cultivars planted in substrate bags; 2) to find out the effect of row covers on the winter-hardiness and yield in Estonian conditions; 3) to find out content of bioactive compounds in fruits of everbearing strawberries.

This master thesis was based on second year cultivar comparison experiment with everbearing strawberries. The experimental material was collected from november 2017 to august 2018 from plants grown in peat substrate bags in the unheated polytunnel in South-Estonia. In second year of trial there were two everbearers ('Diamante', 'Harmony'), one breeding line FF1604 and June-bearing cultivar 'Polka' for control treatment. All plants were covered with double fleece row cover (PP, Novagryl, 19 g m⁻²) or double anti-frost net (HDPE, 17 g m⁻², Geo Polska).

Following observations can be brought out from the study:

- In 3-point score, the freeze injuries of all cultivars ranged from 1.6 to 2.3. All everbearing cultivars had more freeze injuries than 'Polka'. The type of row covering material had no significant influence on the damage, but as the average of the experiment, double fleece protected the plants better than the anti-frost net. The results were not uniform for all cultivars: 'Harmony' plants had significantly less freeze injury with double fleece compared to double anti-frost net (1.9 and 2.2 points, respectively).
- The yield of all cultivars ranged from 149 to 353 g/plant. The June-bearing 'Polka' yield (353 g/plant) was significantly higher than that of the everbearing cultivars. FF1604 gave the lowest yield (149 g/plant).

- The average fruit weight ranged from 10.8 to 14.6 g depending on cultivar. Everbearing 'Diamante' had statistically larger fruits than others (14.6 g). In 'Diamante', the use of row cover materials significantly influenced fruit size after overwintering under anti-frost net, the average fruit weight of 'Diamante' was 15.0 g and under fleece 14.3 g.
- The percentage of marketable fruits ranged from 71 to 92% depending on cultivar. Everbearing 'Diamante' and breeding line FF1604 had significantly higher amount of marketable fruits (92 and 90%, respectively) compared to others. 'Polka' had the lowest amount of marketable fruits (71%).
- The content of ascorbic acid was the highest in the new everbearing line FF1604 fruits (86 mg/100g) and the lowest in fruits of 'Polka' (46 mg/100g). Two everbearing cultivars ('Diamante', 'Harmony') and breeding line FF1604 had significantly higher fruit ascorbic acid content compared with June-bearing 'Polka'.
- The content of total polyphenol was the highest in everbearing line FF1604 fruits (337 mg/100g) and the lowest in 'Polka' fruits (268 mg/100g).
- The fruits content of anthocyanins ranged from 31 to 46 mg/100g depending on the cultivar. The content of anthocyanins was the highest in 'Polka' fruits (46 mg/100g) and the lowest in 'Harmony' fruits (31 mg/100g).

Conclusively, the yield of everbearing strawberries after overwintering was very low, ranging only from 149...198 g/plant and the plants of all cultivars had medium freeze injury irrespectively of the row cover. Therefore cultivation of everbearing strawberries as a multi-annual crop in peat substrate bags can not be recommended in Estonian climate. The overwintering experiment revealed that June-bearing 'Polka' is suitable for polytunnel growing in peat substrate bags as multi-annual crop for its cold resistance and yield.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Madli Tramm

(Sünniaeg 26.09.1994),

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Aedmaasika (*Fragaria x ananassa* Duch.) taasviljuvate sortide talvitumine Eestis avamaal kasvatuskottides ja talvitumise mõju saagikusele,

mille juhendaja on dotsent Ulvi Moor,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, 27.05.2019

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(27.05.2019)